

Aus der Fachpraxis für Kieferorthopädie  
Connollystr. 4, 8000 München 40  
Prof. Dr. Ingrid Janson

---

Transversale Expansion des oberen Zahnbogens  
im Milch- und frühen Wechselgebiss  
- Modellstudie -

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Peter Loh  
aus  
Ipoh/Malaysia

München 1985



Aus der Fachpraxis für Kieferorthopädie  
Connollystr. 4, 8000 München 40  
Prof. Dr. Ingrid Janson

---

Transversale Expansion des oberen Zahnbogens  
im Milch- und frühen Wechselgebiss  
- Modellstudie -

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Peter Loh  
aus  
Ipoh/Malaysia

München 1985

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

|                                              |                           |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| Berichterstatter:                            | Prof. Dr. Ingrid Janson   |
| Mitberichterstatter:                         | Prof. Dr. Dr. D. Schlegel |
| Dekan:                                       | Prof. Dr. Wolfgang Spann  |
| Tag der mündlichen Prüfung: 17. Oktober 1985 |                           |

Gewidmet meiner Frau Monina  
und meiner Tochter Stephanie



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                        | Seite |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| I. EINFÜHRUNG                                                          | 1     |
| II. LITERATURÜBERSICHT                                                 | 6     |
| 1. Expansion im oberen Zahnbogen bei Nichtspaltträgern                 | 6     |
| 1.1 Methode der schnellen Dehnung                                      | 6     |
| 1.2 Methode der langsamen Dehnung                                      | 14    |
| 1.3 Gegenüberstellung der Methoden zur langsamen und schnellen Dehnung | 18    |
| 2. Expansion im oberen Zahnbogen bei Spaltträgern                      | 19    |
| III. PROBLEMSTELLUNG                                                   | 25    |
| IV. EIGENE UNTERSUCHUNG                                                | 26    |
| 1. Material                                                            | 26    |
| 1.1 Probandenauswahl                                                   | 26    |
| 1.1.1 Spaltpatienten - Behandlungsgruppe                               | 26    |
| 1.1.2 Nichtspaltträger - Kontrollgruppe                                | 27    |
| 1.2 Primärchirurgie                                                    | 28    |
| 1.3 Behandlungszeitpunkt - KFO                                         | 30    |
| 1.4 Behandlungsgeräte - KFO                                            | 31    |
| 1.4.1 festsitzende Apparatur                                           | 31    |
| 1.4.2 abnehmbare Apparatur                                             | 33    |
| 2. Methode                                                             | 36    |
| 2.1 Modelldokumentation                                                | 36    |
| 2.1.1 Erster Zeitpunkt = vor Behandlungsbeginn - KFO                   | 36    |
| 2.1.2 Zweiter Zeitpunkt = nach aktiver Behandlung - KFO                | 36    |
| 2.2 Modellvermessung                                                   | 37    |
| 2.2.1 Referenzpunkte am Modell                                         | 38    |
| 2.2.2 Standardisierte Modellphotographie                               | 40    |
| 2.2.3 Referenzlinien                                                   | 42    |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3 Kompressionsindex                                                                                        | 46 |
| 2.4 Dreidimensionale Beurteilung der Okklusion                                                               | 47 |
| 2.5 Untersuchungsblatt                                                                                       | 52 |
| 3. Statistische Beschreibung des Materials<br>und der Parameter                                              | 55 |
| 3.1 Statistisches Programm                                                                                   | 55 |
| 3.2 Häufigkeitsverteilung                                                                                    | 55 |
| 3.3 Statistische Prüfung der aufgestellten<br>Hypothesen                                                     | 58 |
| 3.4 Fehleranalyse                                                                                            | 60 |
| V. ERGEBNISSE                                                                                                | 62 |
| 1. Anfangsbefunde der Spaltpatienten                                                                         | 63 |
| 1.1 in der Quad-helix-Gruppe                                                                                 | 63 |
| 1.2 in der Dehnplatten-Gruppe                                                                                | 63 |
| 2. Endbefunde der Spaltpatienten                                                                             | 64 |
| 2.1 in der Quad-helix-Gruppe                                                                                 | 64 |
| 2.2 in der Dehnplatten-Gruppe                                                                                | 64 |
| 3. Unterschiede zwischen Anfangs- resp. Endbefunden<br>von Quad-helix- zu Dehnplatten-Gruppe                 | 64 |
| 4. Differenzen von Anfangs- zu Endbefunden<br>der Spaltpatienten                                             | 66 |
| 4.1 in der Quad-helix-Gruppe                                                                                 | 66 |
| 4.2 in der Dehnplatten-Gruppe                                                                                | 67 |
| 4.3 Differenz der Differenzen zwischen Anfangs-<br>zu Endbefunden von Quad-helix- zu Dehn-<br>platten-Gruppe | 67 |
| 5. Differenzen zwischen uni- resp. bilateralen<br>Gruppen                                                    | 68 |
| 5.1 in der Quad-helix-Gruppe<br>(uni- und bilateral)                                                         | 68 |
| 5.2 in der Dehnplatten-Gruppe (unilateral)                                                                   | 69 |
| 5.3 Differenz zwischen Quad-Helix- und<br>Dehnplatten-Gruppe (unilateral)                                    | 70 |

|                                                                                                              | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 6. Vergleich von Messungen bei Nichtspaltträgern<br>mit den Befunden bei Spaltpatienten                      | 70    |
| 6.1 bezüglich der Anfangswerte der<br>Quad-helix- sowie Dehnplatten-Gruppe                                   | 70    |
| 6.2 bezüglich der Endwerte der<br>Quad-helix- sowie Dehnplatten-Gruppe                                       | 71    |
| 6.3 Anfangs- resp. Endwerte aller Spalt-<br>patienten in Relation zu Nichtspaltträgern<br>(Vergleichsgruppe) | 72    |
| VI. DISKUSSION                                                                                               | 74    |
| VII. SCHLUSSFOLGERUNG UND ZUSAMMENFASSUNG                                                                    | 81    |
| VIII. LITERATURVERZEICHNIS                                                                                   | 85    |
| IX. ANHANG                                                                                                   | 96    |
| X. DANKSAGUNG                                                                                                | 120   |
| XI. LEBENSLAUF                                                                                               | 121   |



## I. EINFÜHRUNG

Kinder, die eine Lippen-Kiefer-Gaumenspalte aufweisen, werden meist mit einer Reihe von sozialen, psychologischen und physiologischen Problemen konfrontiert. So ist es Hauptaufgabe jedes Behandlerteams für Spaltpatienten, die vorliegende Mißbildung (SCHULZE 1964, 1982) (100, 101) im Bereich des Mittelgesichtes so zufriedenstellend wie nur möglich zu korrigieren. Dabei soll die Morphologie des maxillären Komplexes dem individuell prognostizierten Wachstumsmuster im gesamten Gesichtsschädel frühzeitig angeglichen werden, um eine bessere Atmung, Nahrungsaufnahme, Sprache und eine bessere Gesichtsästhetik zu erhalten (JANSON 1985) (60).

Die Spaltformen variieren in großer Vielfalt (FOGH-ANDERSEN 1964, BERGLAND 1985) (28, 7) in ihrem Ausprägungsgrad, sowohl in Bezug auf unterschiedlich große Defekte im Weichteilbereich sowie im Kiefer-Gaumen- und Segelbereich (KOCH 1969) (65) als auch bezüglich der Unterschiede für die Position der einzelnen Segmente.

Untersuchungen mit Hilfe von Metallimplantaten während des Wachstums und der Entwicklung der transversalen Breite der Maxilla zeigen weiter, daß operierte Spaltpatienten in Relation zu Nichtspaltträgern ein abwegiges Wachstumsverhalten des maxillären Bereichs aufweisen (DAHL 1979) (14).

Der Zeitplan für die chirurgische Wiederherstellung der Gesichtsspalten, insbesondere im Oberkiefer-Gaumen-Bereich hat große kontroverse Diskussionen auf kieferorthopädischer Seite hervorgerufen. Generell besteht jedoch Übereinstimmung darüber, daß prächirurgische Kieferorthopädie notwendig ist. Kieferorthopädisch therapeutisches Ziel ist es, entweder die verlagerten palatinalen Segmente frühzeitig

korrekt auszurichten, in ähnlicher Weise, wie bei einer Oberkieferfraktur wieder reponiert wird (PRUZANSKY 1955) (85) oder die kollabierten oberen Kiefersegmente so auseinanderzudrücken, daß ein symmetrischer Bogenverlauf entsteht, der in Harmonie zum unteren Zahnbogen eingestellt werden kann (FRANK 1982) (32).

Obwohl prächirurgische Kieferorthopädie und spezielle Operationsverfahren maxilläre Wachstumsstörungen zum großen Teil vermindern, weisen einige Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten immer noch transversale, sagittale und vertikale Verformungen des oberen Zahnbogens im Sinne einer Verkleinerung auf (RYGH und TINDLUND 1982) (94).

Diese "Entwicklungshemmungen" im Oberkiefer werden durch unilateralen oder bilateralen Kreuzbiß im Front- oder/und im Seitenzahngebiet augenfällig und sind häufig sowohl im Milchgebiß als auch im bleibenden Gebiß bei operierten Spaltpatienten vorzufinden.

Mehrere Untersuchungen berichten in den letzten Jahren wiederholt über dieses häufige Vorkommen von Kreuzbiß neben anderen charakteristischen Besonderheiten bei Spaltpatienten (HELLQUIST 1972, DAHL 1979, JONSSON 1979, FRIEDE 1981) (49), (16), (62), (34).

PRUZANSKY (1955) (85) weist darauf hin, daß ein verengtes, zusammengezogenes oder "kollabiertes" Gaumendach sowie Kreuzbiß für eine atypische Zungenhaltung verantwortlich ist und die Zungenbewegung, die für die Lautbildung notwendig ist, in Ausmaß und Richtung stark behindert werden kann.

FRIED (1971) (33) ergänzt dazu, daß ein enges und zusammengezogenes Gaumengewölbe nicht nur eine große Leistungsanforderung für die Zunge darstellt, um ihren unterschiedlichen

Funktionen gerecht zu werden, sondern daß darüber hinaus auch eine Zungenüberaktivität erzeugt wird. Deshalb wird für alle diese speziellen Befunde, egal ob es sich um Spalt- oder Nichtspaltträger handelt, eine frühzeitige kieferorthopädische Korrektur empfohlen. Diese schließt nicht aus, daß eine zweite Behandlungsphase während oder nach Durchbruch der bleibenden Zähne erforderlich werden kann.

Eine kieferorthopädische Intervention mit dem Ziel, den verengten oder kollabierten oberen Zahnbogen zu erweitern oder zu verbreitern, ist eine der ältesten bekannten kieferorthopädischen Behandlungsarten. Diese Art der Behandlung ist in unterschiedlichster Weise durchgeführt worden:

RICKETTS (1979) (90) modifizierte schon lange bekannte transversale Expansionsbehelfe, wie die ursprüngliche W-Feder von HERBST (1930) (50) und das Federbalkengerät - Obabali - von SIMON (1947) (105) - zu einem fest einzusetzenden palatinalen Expansionsbehelf. Heute sind diese vor allem unter dem Begriff "Quad-helix" bekannt und kommen häufig bei Spaltpatienten zur Anwendung.

Die gebräuchlichste Art eines abnehmbaren Dehnungsgerätes wurde von A.M. SCHWARZ entwickelt und 1956 vorgestellt. Diese SCHWARZsche Platte wird immer noch in Europa als aktuelles Behandlungsmittel bes. bei Nichtspaltträgern angewandt.

Heute kennt die Kieferorthopädie eine große Anzahl von sog. Expansionsgeräten: festsitzende, bedingt abnehmbare und bedingungslos abnehmbare Apparaturen, die zur orthopädischen und/oder orthodontischen Veränderung herangezogen werden.

Das Ausmaß der Erweiterung innerhalb der Zahnbögen spielt eine bedeutsame Rolle in der kieferorthopädischen Behand-

lungsplanung. Unterschiedliche Behandlungsphilosophien haben zu großen Kontroversen diesbezüglich im kieferorthopädischen Fachkreis geführt.

Vor allem lassen sich zwei unterschiedliche Vorgehen herausarbeiten (insbesondere für Nichtspaltträger):

1. Die sog. forcierte maxilläre Expansion, deren Aufgabe es ist, eine größtmögliche transversale Erweiterung der Maxillabasis zu erreichen, während die begleitenden Zahnbewegungen möglichst gering gehalten werden sollen (DERICHSWEILER 1959 (20), HAAS 1961 (42), KREBS 1964 (71), STOCKFISCH 1969 (110), DAVIS 1969 (18), FRIED 1971 (33), CHATEAU 1971 (10), TIMMS 1974 (119), 1980 (120), BELL 1981 (4), GREENBAUM 1983 (41)).
2. Die langsame Expansionsmethode, die im Hinblick auf die Strukturen - histologisch gesehen - als das schonendere Vorgehen bezeichnet werden kann. Hier erwartet man eine geringere Rückfallneigung als bei der ersten Art der Expansion (OHSHIMA 1972 (80), STOREY 1973 (114), COTTON 1978 (13), HICKS 1978 (54), FRANK 1982 (32), GREENBAUM 1983 (41)).

In der täglichen kieferorthopädischen Praxis werden sowohl der festsitzende Behandlungsbehelf "Quad-helix" als auch die abnehmbare Konstruktion "Dehnplatte" angewendet, um bei einer Unterentwicklung des Zahnbogens, insbesondere des Oberkiefers, den engen kleinen oberen Zahnbogen sagittal und transversal zu erweitern. Diese kieferorthopädische Behandlungsaufgabe sollte nach der klinischen und wissenschaftlichen Erfahrung so früh wie möglich, also auch schon im Milch- und frühen Wechselgebiss, durchgeführt werden (TRAUNER 1971 (122), (ESCHLER 1971 (25), um mögliche Sekundärerscheinungen, wie die bei frontalem und lateralen Kreuzbiß meist hervorgerufene Zwangsbißführung des Unterkiefers rechtzeitig zu eliminieren (JANSON 1985) (60)).

Da es sich hier um eine Behandlung während der Wachstums- und Entwicklungsphase handelt, kann das tatsächliche Ausmaß der kieferorthopädischen Veränderung nur in Relation zu natürlichen Veränderungen bei gleichaltrigen Kindern abgeleitet werden.

Die Häufigkeit des hier interessierenden speziellen Befundes: Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten zeigt eine deutlich steigende Tendenz (100, 60).

Anfang dieses Jahrhunderts werden die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten in der Literatur für die europäische Bevölkerung mit einer Häufigkeit von 1 zu 1000 angegeben, heute mit 1 zu 500; das heißt, ca. 1 Spalte auf 500 Neugeborene. In der Häufigkeitsskala der Mißbildungen bei Lebendgeborenen stehen die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten seit 1978 mit 20% an 1. Stelle. Die für Europa angegebene Frequenz variiert bei anderen Rassen. Bei den Japanern z.B. liegen die Angaben bei 1 zu 250.

Auch ein Unterschied der Geschlechter läßt sich erkennen: Die Knaben weisen doppelt so oft wie die Mädchen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten auf, ca. 70 zu 30%.

Ätiologisch werden die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten als intrauterine Entwicklungsstörung des primären Gaumens ca. in der 5. und 6. Woche angesehen. Verantwortlich für diese Genese soll ein multifaktorielles System sein, in dem sich genetische und exogene Faktoren gegenseitig beeinflussen (29, 100).

## II. LITERATURÜBERSICHT

### 1. Expansion im oberen Zahnbogen bei Nichtspaltträgern

#### 1.1 Methode der schnellen Dehnung

Die Expansion des engen bzw. kollabierten oberen Zahnbogens<sup>1</sup> ist seit mehr als einem Jahrhundert durchgeführt worden. Der erste Hinweis auf solch ein therapeutisches Vorgehen konnte bei E.H. ANGELL (1860) (1) gefunden werden.

ANGELL befestigte unter dem Gaumendach eines 14 Jahre alten Mädchens eine kleine Schraube in der Weise, daß ein Druck gegen die ersten und zweiten Prämolaren auf beiden Seiten ausgeübt wurde. Der Patient erhielt die Anweisung, das Schraubengewinde zweimal pro Tag zu drehen. ANGELL beschrieb sein erfolgreiches Resultat folgendermaßen:

"Diese Anweisungen wurden fleißig befolgt und am Ende der zweiten Woche war der Kiefer so weit gedehnt, daß eine Lücke zwischen den Frontzähnen entstand..., die bewies, daß der rechte und linke Oberkieferknochen in der Mittellinie auseinandergegangen ist. Gleichzeitig konnte der linke Seitenzahn, am Anfang der Behandlung in Kreuzbißstellung, vollständig vor die übrigen Frontzähne gebracht werden."

Ähnliche Behandlungsbehelfe kamen in der Folgezeit von anderen Kieferorthopäden mit unterschiedlichem Erfolg zur Anwendung.

Bezugnehmend auf eine ähnliche Behandlungsphilosophie wie bei ANGELL stellt DERICHSWEILER 1953 eine Kunststoffplatte

---

1) Weitere Bezeichnungen in der Literatur für diesen Befund:  
- in der Entwicklung gestörter Oberkiefer (HAUSSER 1956) (46),  
- in seinem Wachstum gehemmter bzw. gestörter Oberkiefer (DERICHSWEILER 1959) (20),  
- Oberkieferrezidiv (GRAF 1970) (38),  
- unterentwickelter Oberkiefer (TRAUNER 1971) (122)

für den Oberkiefer her und befestigt sie an Bändern, die auf vier Seitenzähne zementiert wurden (Abb. 1). Eine Schraube wird dabei in die Mitte der Kunststoffplatte zur transversalen Expansion eingesetzt, der Bereich der mittleren Gaumennaht wird ausgespart. Die Patienten erhalten die Anweisung, das Schraubengewinde zweimal um eine Vierteldrehnung nachzustellen, um den verengten Zahnbogen zu erweitern, d.h. 1/2 mm täglich nachstellen.

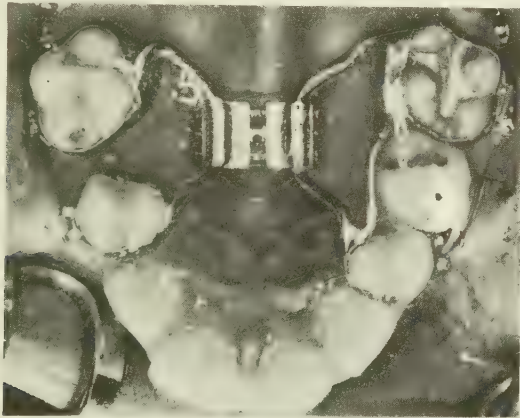


Abb. 1: Gerät für eine Gaumennaht-Schnelldehnung  
nach DERICHWEILER 1953 (19);  
Patient F.L. aus Praxis Dres. JANSON

DERICHWEILER untersucht 80 Patienten im Alter von 7 bis 20 Jahren, die mit der erwähnten Apparatur zur forcierten Oberkieferdehnung behandelt wurden, mit Hilfe von Röntgenbildern und Kiefermodellen. In seinem Bericht beschreibt er die Dehnung bei 15 Patienten und findet, daß eine Erweiterung der mittleren Gaumennaht rasch stattgefunden hat. Dabei sei es zum Auseinanderweichen der maxillären Knochenanteile und der mittleren Inzisivi gekommen. DERICHWEILER bezeichnet diese Reaktion als Gaumennahtsprengung.

Seine Studie zeigt auch, daß eine Einlagerung von Knochenmaterial in die geöffnete Gaumensutur erfolgt und eine Erweiterung der Nasenhöhle sowie eine Abflachung des harten Gaumendaches.

KORKHAUS (68) stellt 1956 in Chicago anläßlich der Wissenschaftlichen Jahrestagung der American Association of Orthodontists eine Anzahl von abnehmbaren Geräten vor, die zur Erweiterung der Kiefer speziell bei Patienten mit Mundatmung dienen sollen. KORKHAUS betonte nachdrücklich, daß eine Extraktion nicht die engen Nasengänge verbreitern könne und somit zur besseren Nasenatmung führe.

Er stellte die Vermutung auf, daß die gesamte Transversalentwicklung des Mittelgesichtes einen starken Anreiz durch funktionelle Kräfte erhält. Auch bestätigt er die Berichte von DERICHSWEILER, also die Möglichkeit der raschen Expansion der Nasenhöhle und die Verbesserung der häufig behinderten Nasenatmung durch eine entsprechende Dehnungsapparatur im Oberkiefer. Er demonstriert die Trennung der Medianutur des Gaumens, die in verschiedener Weise vor sich gehen kann (Abb. 2), ohne daß irgend ein Schmerz entsteht.

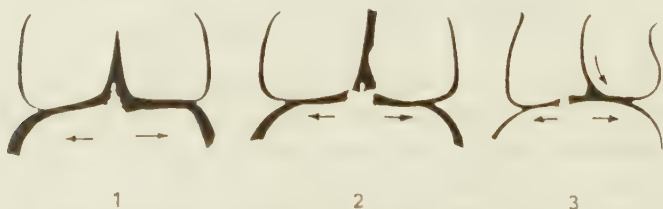


Abb. 2: Schematische Darstellung über den Frakturmechanismus  
1. Eine Sprengung ohne Kontinuitätstrennung in der Sut.pal.med.  
2. Ein doppelseitiger Abriß in der Sut.pal.med.  
3. Ein einseitiger Abriß in der Sut.pal.med.  
nach DERICHSWEILER 1953 (19)

HAAS (42) führte vor seiner klinischen Untersuchung 1961 eine Tierstudie durch, und zwar an 8 Duro-Poland-China-schweinen im Alter von fast 8 Monaten. Die verwendete Kunststoffplatte mit Dehnschraube wurde mit Pfosten so verankert, daß diese in tiefe Gruben, die in die lingualen Oberflächen der vier Zähne auf jeder Seite des oberen Zahnbogens präpariert wurden, eingreifen.

Es gab eine Erweiterung von 15 mm in weniger als 2 Wochen. Der untere Zahnbogen zeigte ebenfalls eine Tendenz, der Dehnung im Oberkiefer zu folgen, ohne daß hier irgend eine apparative Kraft zur Anwendung kam.

In seiner klinischen röntgenologischen Studie (FRS, PA, Modell) an 45 Patienten im Alter von 8 bis 18 Jahren, die mit einer festen Apparatur zur Gaumennahterweiterung behandelt wurden mit dem Ziel, sowohl den oberen Zahnbogen zu expandieren als auch die Nasenhöhle zu vergrößern (beim Prosthion bis zu 6 mm), entdeckte er, daß jene Patienten, die die größten Atemprobleme vorwiesen, die beste Verbesserung zeigten.

Der untere Zahnbogen zeigte ebenfalls eine Tendenz, der Erweiterung des Oberkiefers zu folgen. Diese Erfahrung stand in vollständiger Übereinkunft mit den Tieruntersuchungen. HAAS vermutete, daß die Dicke der Apparatur, die ungefähr  $3/4$  Inch betrug, eine Verlagerung der Zunge nach unten verursacht und dies sowohl in der physiologischen Ruheschwabe als auch während der Okklusion. Die nach unten verlagerte Zunge könne so eine Kraft zur Seite auf die Unterkieferseitenzähne entwickeln. Es schien, daß die Vergrößerung der unteren Zahnbogenbreite und der Länge ebenfalls dazu führt, daß die Anlagerung der Wangenmuskulatur etwas abgeschwächt wird, so daß die Druckkräfte auf den unteren Zahnbogen reduziert werden können.

KREBS (71) berichtet 1964 nach einer klinischen röntgenologischen Studie an 23 Patienten im Alter von 8 bis 19 Jahren, bei denen die Metallimplantate lingual der Eckzähne und ersten Molaren eingelegt wurden, über eine mittlere Vergrößerung von 6,0 mm des intermolaren Abstandes. Die Implantate im posterioren harten Gaumenbereich änderten ihren Abstand im Mittel um 3,7 mm. Eine Prüfung an 20 der 23 Patienten zeigte, daß das Ausmaß der suturalen Expansion bei den Patienten gleich oder weniger als die Hälfte des Ausmaßes der Zahnbogenexpansion betrug.

Andere Untersucher, die eine Schnelldehnung im Oberkiefer durchführten und verschiedene, jedoch vergleichbare Ergebnisse erhielten, waren CLEALL (1965) (11), STARNBACH (1966) (108), WALTERS (1967) (125), SUGIYAMA (1968) (115), um einige zu nennen.

STOCKFISCH (1969, 1985) (110, 111) bezeichnet die "Gaumennaht-Erweiterungsmethode als eine der besten und wichtigsten therapeutischen Möglichkeiten" der Kieferorthopädie. Er behandelte damit 6- bis 30jährige Patienten und schreibt, daß er bei allen Fällen eine stabile Nasenatmung erreichen konnte. Er arbeitet mit der sog. Hyrax-Apparatur und empfiehlt, die Platte ca. 3 Monate nach Öffnung der Gaumennaht im Oberkiefer zu belassen.

Seine Untersuchungen an 150 Patienten zeigen Dehnungen bis zu 14 mm. ■ Untersuchungen lassen einen Rückgang der erreichten Dehnung unterschiedlichen Ausmaßes jedoch geringer Art erkennen, ein Teil der Patienten blieb jedoch rezidivfrei.

DAVIS (1969) (18) untersuchte die anatomischen Veränderungen, die durch Trennung der mittleren Gaumensutur hervor-

rufen werden. Dazu dehnte er bei 26 nordamerikanischen Kindern den Gaumen. Die seitlichen Fernröntgenbilder zeigten deutlich, daß die Expansion der mittleren Sutur eine Vorverlagerung des Punktes A (nach Definition von DOWN 1956) (24)) erzeugt, wobei in Relation zur posterioren Grenzlinie der pterygomaxillären Fissur gemessen wurde.

Die Gestaltung des Gaumendaches nach Expansion zeigte sich am Modell relativ abgeflacht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Höhe des Gaumendaches reduziert wird.

Die Messungen am Unterkiefermodell zeigten eine Veränderung, die wiederum als Antwort auf die Expansion des Oberkiefers gewertet werden kann und den Veränderungen, die HAAS (42) bei Tieren und Menschen zeigen konnte, vergleichbar waren.

Darüberhinaus findet DAVIS einen größeren Anstieg der intermolaren Breite als bei der Intereckzahnbreite.

Eine Analyse über das Verhältnis von Gaumen und Zunge führte FRIED 1971 (33) durch. Er bemerkte, daß nach der Behandlung mit einer Schnelldehnung im Oberkiefer wohl ein neues Gleichgewicht zwischen oberen und unteren Zahnreihen hergestellt wird und dadurch das ursprüngliche überaktive Zungenverhalten deutlich nachläßt.

Ein ausgesprochen schwächeres Wachstum des Gaumens und ein allgemeiner Anstieg der vorderen Gesichtshöhe fallen weiter auf. Diese Veränderungen setzen sich in den meisten Fällen fort und bringen unerwünschte Nebenwirkungen in der Vertikalen, vor allem bei jenen Patienten, die einen großen Winkel zwischen Frankfurter Horizontale und Mandibularebene aufweisen.

Wie andere Autoren auch, so zeigt FRIED (Abb. 3), daß die durch Dehnung erreichte neue Breite des oberen Zahnbogens eine signifikante Rückfallneigung aufweist. Dieses Verhalten kann als Antwort der funktionellen Okklusion gewertet werden, weil der natürliche Zuwachs an mandibulärer Zahnbogenbreite bzw. -weite stets nicht so ausgeprägt wie die Dehnung im Oberkiefer war.

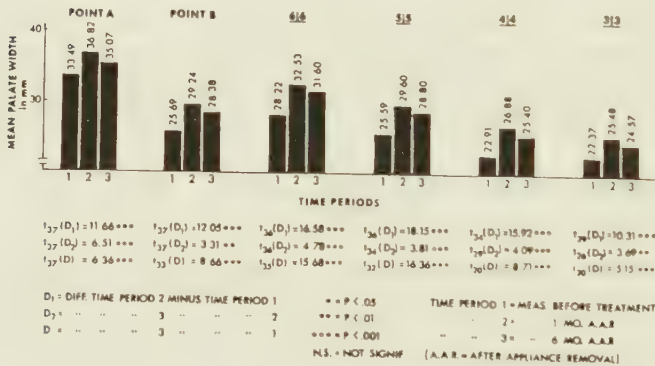


Abb. 3: Mittlere Gaumenbreite bei speziellen Messungen und zu spezifischen Zeitpunkten, angewandt von FRIED nach LEBRET 1971 (33)

CHATEAU (10) berichtet 1971 über die "Ultra Rapid Gaumenerweiterung". Dabei wurde unter Lokalanästhesie die Schnelldehnung in 1 bis 3 Tagen durchgeführt (Injektion ohne Adrenalin entlang der Gaumennaht), wobei drei aktive Behandlungssitzungen erforderlich werden:

- In der ersten Sitzung wird in ca. 1 1/2 Stunden eine Erweiterung des Plattenspaltes von 3 mm erreicht.
- Bei der zweiten Sitzung nach 2 Tagen kann das spontane Auseinandergehen der Gaumennaht und die Diastemabildung zwischen den mittleren Incisivi beobachtet werden. Wieder folgt eine Erweiterung des Plattenspaltes um 3 mm nach der gleichen Methode.
- Eine Woche später, in der dritten Sitzung, wird um weitere 3 mm gedreht, jetzt ohne Anästhesie.

In der Untersuchung von TIMMS 1980 (120) an 32 Patienten im Alter vom 8 bis 24 Jahren wird eine schnelle Oberkieferexpansion mit Hilfe von gegossenen Silberkappen, an denen eine Glennross Mark VI-Schraube aus Kunststoff befestigt ist, durchgeführt. TIMMS erwähnt verallgemeinernd, daß, je mehr ein Zahnbogen erweitert wird, um so größer die Interhamularbreite wird. Die Untersuchung belegt einen Anstieg der intermolaren Breite von 2 bis 7 mm. In seiner Schlußfolgerung hält TIMMS fest, daß das fortschreitende Alter mit daran schuld sein kann, daß eine Verminderung der basalen Veränderung eintritt.

BELL 1981 ( 4) untersuchte 10 Patienten, 5 im Milchgebiß, 5 im Wechselgebiß, im mittleren Alter von 6 Jahren, 9 Monaten, die mit einer Quad-helix-Apparatur behandelt worden waren, um einen posterioren Kreuzbiß zu überstellen. Er fand eine Expansion im Mittel von 4,1 mm in der Eckzahnregion (gemessen an der inzisalen Spitze der Milcheckzähne) und 5,3 mm in der Molarenregion (gemessen an der mesiolingualen Höckerspitze).

3 Monate nach der Retentionszeit zeigte sich eine Verkleinerung der Intermolarenbreite und Intereckzahnbreite im Mittel um -1,5 mm resp. um -1,9 mm (Abb. 4). Dieser Rückfall wurde jedoch ausgeglichen durch eine Überkorrektur von 2 bis 3 mm während der aktiven Behandlungsphase.

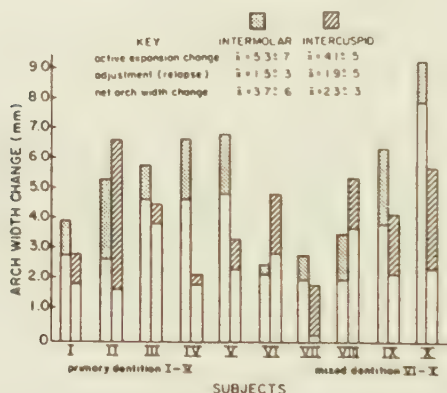


Abb. 4: Transversale lineare Veränderungen der Oberkiefer-Intermolaren resp. Intereckzahnbreite während der aktiven Behandlungsphase mittels Quad-helix und während der Kontrollphase

## 1.2 Methode der langsamen Dehnung

Die langsame Expansionsmethode, von der eine schonendere biologische Veränderung erwartet wurde, wandten u.a. OHSHIMA 1972 (80) und STOREY 1973 (114) an.

Von besonderem Interesse scheinen histologische Untersuchungen, mit denen die erfolgte Reaktion auch im Hinblick auf die Stabilität geprüft werden kann:

COTTON (13) führte 1978 eine Studie an drei Rhesusaffen durch, die jeweils einen seitlichen bukkalen Kreuzbiß aufwiesen. Er behandelte mit langsamer Oberkieferdehnung und berichtet, daß die Anwendung von 1 bis 3 Pfund ununterbrochen einwirkender Kräfte die mittlere Gaumennaht separieren konnte. Diese Spaltung der Sutura war vergleichbar mit der Schnelldehnung bei nichtmenschlichen Primaten und mit der klinischen Reaktion an Patienten. Die Behandlungsdauer für die langsame Oberkieferexpansion betrug 34 bis 74 Tage und führte zu folgenden Ergebnissen:

- Die Intermolarenbreite erweiterte sich im Minimum um 6,9 mm, im Maximum um 9,6 mm;
- die Suturenerweiterung lag zwischen 3,5 und 4,4 mm,
- die Oberkiefererweiterung lag zwischen 2,6 und 3,4 mm.

Ebenso wie die Folge der schnellen maxillären Expansion hatte die langsame maxilläre Expansion auch einen expandierenden Einfluß auf den Unterkieferzahnbogen, der sich im Intermolarenbereich um 0,9 bis 1,9 mm erweiterte.

COTTONs Studie zeigte skelettale Stabilität, die er mit der Qualität des Knochens (intact bony) erklärt, die sich als Ergebnis der langsamen Expansion gebildet hatte.

Ein Kippen der Molaren nach lingual nach der Expansion bewies, daß die angrenzenden Weichgewebe und/oder die umgebende periorale Muskulatur ätiologische Faktoren sind, die für die Rückfallneigung der erzielten Zahnbewegung nach Oberkieferexpansion mitverantwortlich zeichnen.

Den Ergebnissen seiner Untersuchung zufolge glaubt COTTON, die langsame Oberkieferexpansion mit der Notwendigkeit von langsamen Aktivierungsanweisungen unterstützen zu müssen.

Die gute skelettale Stabilität nach der Expansion könne dann als Ergebnis einer langsamen Oberkieferexpansion betrachtet werden.

Die Studie von COTTON wurde mit großen Interesse betrachtet und seine Ansichten über die langsame Oberkieferexpansion von anderen Autoren bestätigt und unterstützt (OHSHIMA 1972 (80), STOREY 1973 (114), HICKS 1978 (54)).

HICKS (54) behandelte 1978 in einer Pilotstudie an 5 gesunden Kindern im Alter von 10 bis 15 Jahren, von denen vier einen bilateralen und ein Kind einen unilateralen Kreuzbiß aufwiesen, mit einem Minne-Expander zur langsamen Oberkieferdehnung. Er fand, daß das orthodontische und das orthopädische Expansionsmuster leicht größere Veränderungen in der posterioren Region zeigten. Die Expansionsdauer reichte von 8 bis zu 13 Wochen und brachte eine Expansion von 3,8 bis zu 8,7 mm (Spannweite). Meßpunkte waren hierbei die lingualen Höcker der bleibenden ersten Molaren und zweiten Prämolaren bzw. die mesio-lingualen Höcker der zweiten Milchmolaren und lingualen Höcker der ersten Milchmolaren.

Während der anfänglichen Expansion beobachtet er eine Kippung der Oberkieferzähne nach vorne und außen, aber dann keinen wesentlichen Anstieg dieser Veränderung in der späteren Phase der Expansion. Um einen Rückfall zu verhindern, schlägt HICKS vor, daß 8 Wochen eine fixe Retention getragen wird, die ausreichend sein sollte.

FRANK (32) leitet 1982 eine kephalometrische Studie mit dem Ziel, die Wirkungen der Oberkieferexpansion mit Quad-helix an 20 Probanden zu prüfen. Die 20 Probanden im mittleren Alter von 10 Jahren 3 Monaten, jeder Proband wenigstens mit einem unilateral posterioren lingualen Kreuzbiß, wurden

mit einer Oberkiefer-Quad-helix-Apparatur zur Expansion zur Beseitigung dieses Kreuzbisses behandelt.

Nach der kephalometrischen Untersuchung in der Frontalebene zeigte die Veränderung im Oberkiefer im intermolaren Bereich (Mittelwerte der frontalen Molarenrelation und Mittelwerte der Oberkiefer-Unterkieferbreite von  $T_1$  zu  $T_{\text{prog}}$ ) hohe signifikante Resultate. Die signifikanten orthodontischen Veränderungen beinhalten einen mittleren Anstieg der Oberkieferintermolarenbreite von 5,88 mm, einen mittleren Anstieg der durchschnittlichen Frontalmolarenrelation von 2,95 mm und einen mittleren Anstieg der Oberkieferintercaninenbreite von 2,74 mm (Meßpunkte waren der buccale Rand des Zahnfleischsaumes).

Der röntgenologische Beweis der orthopädischen Veränderungen brachte einen mittleren Anstieg der Oberkieferweite um 0,92 mm und einen mittleren Anstieg der Oberkiefer- zur Unterkieferbreite von 0,89 mm.

Das Verhältnis von 6 : 1 orthodontischer Bewegung zur orthopädischen Wirkung konnte herausgearbeitet werden; jedoch wurden keine signifikanten Unterkiefer-Ergebnisse bei dieser kephalometrischen Untersuchung gefunden.

Auch die Aussagen der Zahnmodelle zeigten keine signifikanten Ergebnisse. Die Untersuchung von FRANK zeigte auch wenig Rückfallneigung auf.

### 1.3 Gegenüberstellung der Methoden zur schnellen und langsamen Dehnung

GREENBAUM (1983) (41) führte eine Studie über die Unterschiede der Wirkungen einer langsamen und einer schnellen Oberkieferexpansion an 28 und 33 Patienten durch. Sie wurden im Oberkiefer entweder mit einer Dehnungsplatte aus Kunststoff resp. mit einem Quad-helix versorgt. Sein Hauptaugenmerk war die Reaktion des Periodontiums, das jedoch nicht zu große Unterschiede zu einer unbehandelten Kontrollgruppe zeigte.

Die periodontalen Messungen wurden bis zu einer Genauigkeit von 0,5 mm durchgeführt. In der Kontrollgruppe fällt eine Veränderung von 0,51 mm auf, in der Behandlungsgruppe von 0,65 mm und von 0,36 mm. Die schnelle Dehnung mit der Kunststoffplatte führte zu einer generellen periodontalen Verletzung im Bereich der Molaren. Die Expansionsbehandlung an sich jedoch brachte keine statistisch signifikante Veränderung des periodontalen Weichgewebes.

## 2. Expansion im oberen Zahnbogen bei Spaltträgern

Bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten wird häufig ein Kollaps der Oberkiefersegmente beobachtet (FOSTER 1962 (30), DERICHSEWILER 1964 (21), DIXON 1966 (73), FOGH 1964 (78), HAGERTY 1964 (45), KLING 1964 (64)).

Generell besteht darüber Übereinstimmung, daß präkiefer-orthopädische Versorgung bei Spaltpatienten notwendig ist, um die kollabierten Oberkieferbogensegmente wieder aufzurichten. Ziel ist dabei, einmal Bogensymmetrie zu erreichen, weiter die Koordination von unterem und oberem Zahnbogen zu ermöglichen und eine Verminderung der maxillären Wachstumsstörungen.

Ein Rückfall der ausrotierten spaltseitigen Segmente, die entweder zu einem anterioren oder posterioren Kreuzbiß führen können, sind zur Genüge bekannt. Mehrere Autoren untersuchten den Effekt der seitlichen Expansion bei diesen Spaltpatienten.

ISAACSON und MURPHY 1964 (58) studierten 5 Patienten mit durchgehenden Kiefergaumenspalten (4 Patienten im Alter von 12 Jahren und ein Patient im Alter von 22 Jahren, bei denen eine Oberkieferexpansion durchgeführt worden war. Um die basale und alveoläre maxilläre Expansion besser beobachten zu können, lagerten sie sechs Silberimplantate einmal hinter der Oberfläche des Prozessus zygomaticus in der Maxilla ein und zum andern im bukkalen Alveolarprozeß zwischen den Wurzelspitzen (Apex) der bukkalen Wurzeln des ersten bleibenden Molaren und drittens schließlich im lingualen Alveolarprozeß mesial der Wurzeln der ersten Molaren. Die Patienten wurden mit einer Kunststoffplatte behandelt, ähnlich wie sie bei HAAS (42) beschrieben wird. Die Aktivierung erfolgte durch eine Drehung am Tag.

Diese Studie zeigte wieder, daß die Seitwärtsbewegung der zwei Maxillahälften sich nicht in einem vorhersehbaren oder symmetrischen Muster vollzog.

| Patient | Lateral Implant Movement (mm) |     |       |        |     |       |         |     |       | Appliance Separation (mm)<br>Days of Treatment |
|---------|-------------------------------|-----|-------|--------|-----|-------|---------|-----|-------|------------------------------------------------|
|         | Skeletal                      |     |       | Buccal |     |       | Lingual |     |       |                                                |
|         | R                             | L   | Total | R      | L   | Total | R       | L   | Total |                                                |
| A       | 0                             | 0   | 0     | 0      | 0   | 0     | •       | 0   |       | 8.0 27                                         |
| B       | ••                            | 0.6 |       | 0.6    | 0.7 | 1.3   | 1.1     | 0.9 | 2.0   | 5.6 35                                         |
| C       | 1.9                           | 1.0 | 2.9   | 2.3    | 0.9 | 3.2   | 2.6     | 0.9 | 3.5   | 8.0 40                                         |
| D       | 0.8                           | 0.9 | 1.7   | 1.0    | 0.7 | 1.7   | ••      | 1.2 |       | 5.2 26                                         |
| E       | 0.7                           | 0.3 | 1.0   | 0.7    | 0.3 | 1.0   | •••     | ••  |       | 3.0 15                                         |

- — Implant rotated 180° and moved inferiorly
- — Implant moved inferiorly
- — Implant sloughed

Tabelle 1: Ausmaß der seitlichen Dehnung (mm) der Implantatbreite gemessen am anterior-posterioren Röntgenbild nach Behandlung mit einer Expansionsapparatur. Aus: ISAACSON und MURPHY 1964 (58).

Während der schnellen Expansion bewegte sich auch der Punkt A nach vorne. Diese Aussagen stehen in vollständiger Übereinstimmung mit dem Bericht von DAVIS (18) an Nichtspaltträgern (s. S. 10).

Die orthopädische Expansion in der Studie von ISAACSON (58) erreichte nie mehr als nahezu 40 Prozent der seitlichen Ausdehnung der Dentalstrukturen, gemessen in Höhe des Lingualsaumes. Dagegen konnten geringere Bewegungen des bukkalen Segmentes sowohl in anteriorer wie superiorer Richtung beobachtet werden, und zwar in allen Fällen. Nur geringe Ver-

änderungen fielen für die Konfiguration der Nasalhöhle auf. Dies war ein Anhaltspunkt für die Vermutung, daß der Widerstand der fazialen Gesichtsanteile ebenso wichtig ist zur Beurteilung des Vorgehens bei schneller Expansion wie die mittlere palatinale Sutur.

In einer anderen Untersuchung über Schnelldehnung bei Spaltpatienten erwähnt TIMMS 1974 (119), daß es immer einen leichten Rückfall der erzielten Veränderung bei Spaltfällen gibt, der wahrscheinlich mit einer alveolären Remodellierung verbunden ist. Deshalb empfiehlt er eine Überdehnung bei Spaltpatienten im Hinblick auf diesen unvermeidlichen Aspekt der vorgestellten Methode. Er fügt hinzu, daß die Knocheneinlagerung zwischen den Segmenten die Stabilität des Knochens verbessert, aber nicht unbedingt gegen das Rezidiv. Die Retention stellt er als sehr wichtigen Faktor heraus.

In einer Langzeituntersuchung am Fernröntgenbild zu Fragen des transversalen Oberkieferwachstums verwendete DAHL 1979 (14) die Hilfe von Metallimplantaten bei 5 dänischen Knaben mit kombinierter Spaltung der Lippen und des Gaumens. Sie wurden entweder mit einer abnehmbaren Expansionsplatte oder einem festsitzenden Innenbogen mit Federelementen für die transversale Erweiterung behandelt. DAHL findet, daß die Wachstumskurven bezüglich der maxillären Verbreiterung bei den Spaltpatienten sich sehr stark von denen bei Nichtspaltträgern unterscheiden. Eine herausragende Beobachtung dieser Studie hält fest, daß der pubertale Wachstumsspurte bezüglich der Körpergröße nicht mit gleichgeschaltetem Wachstum der Oberkieferbreite begleitet wurde. Die Vergrößerung der maxillären Breite bei Spaltpatienten erreichte ein unterschiedliches Ausmaß und wurde durch orthodontische Expansion hervorgerufen, bei der ein äußerer Einfluß nicht klar vom Wachstumseinfluß unterschieden werden konnte.

BERLOCHER und Mitarbeiter 1980 (8) fanden in einer Studie an 29 Patienten mit einem posterioren Kreuzbiß - 10 von ihnen waren Spaltträger -, daß die Veränderung der Bogenperimeter bei Spaltpatienten augenscheinlicher waren als bei Nichtspaltträgern. Alle Patienten wurden mit einer feststehenden palatinalen Expansionsplatte behandelt. Diese Autoren schreiben der Dicke der oralen Muskulatur und der Weichgewebe, verursacht durch die chirurgische Korrekturmaßnahmen, einen größeren Einfluß auf die Position der Zähne zu und daraus folgend dem Bogenperimeter. Die Veränderung in der Interzahnbreite bei Nichtspaltträgern korreliert zu den Veränderungen im Bogenperimeter, und solche eine Antwort kann vielleicht verursacht werden durch die Morphologie des Knochens und der perioralen Muskulatur. Die palatale Expansion, die in ihrer Studie im Mittel bei 4 mm Vergrößerung des Bogenperimeters lag, könnte die erforderliche Bogenlänge verbessern bei jenen Patienten, die eine Zahngrößendiskrepanz aufweisen. (Abb. 5 und Tab. 2)

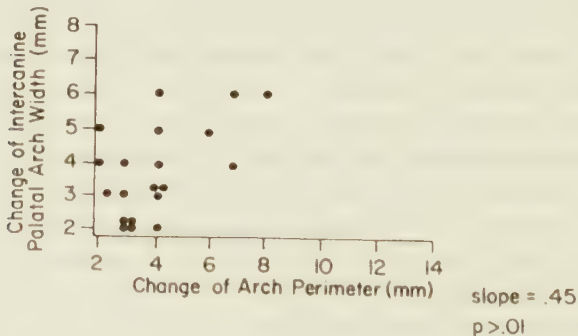


Abb. 5: Das Streudiagramm zeigt die Beziehung zwischen Änderungen des oberen Zahnbogenumfangs gegenüber der Zahnbogenlänge. 19 Kinder ohne Spalte, 3 bis 7 Jahre alt, erhielten eine Schnelldehnung zur Korrektur des posterioren Kreuzbisses. (Nach BERLOCHER et al. 1980 (8))

|                       | Mean Inter canine<br>Arch Width<br>(mm $\pm$ S.D.) | Mean Intermolar<br>Arch Width<br>(mm $\pm$ S.D.) | Mean Arch<br>Perimeter<br>(mm $\pm$ S.D.) |
|-----------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Before Treatment (Tx) | 26.3 $\pm$ 3.0                                     | 33.1 $\pm$ 2.8                                   | 73.5 $\pm$ 3.3                            |
| After Tx              | 30.1 $\pm$ 3.3                                     | 37.3 $\pm$ 3.2                                   | 77.5 $\pm$ 3.2                            |
| Difference due to Tx  | 3.8 $\pm$ 1.4                                      | 4.2 $\pm$ 1.5                                    | 4.1 $\pm$ 1.7                             |
| p*                    | < .01                                              | < .01                                            | < .01                                     |

\* T-test for statistical significance

Tab. 2: Veränderungen der Interzahn- und Intermolaren-Diameter des oberen Zahnbogens und der Bogenlänge bei 10 Spaltpatienten, 4-5 Jahre alt, die eine Schnelldehnung erhielten. (Nach BERLOCHER et al. 1980 (8))

DEVENISH 1982 (22) erwähnt in einem kurzen Bericht über eine verbesserte Methode der schnellen Oberkieferexpansion bei Spaltpatienten, daß mehr als 8 mm Erweiterung der Interzahnbreite oft wünschenswert ist. Dies kommt von der ausgeprägten Wachstumsstörung bei Spaltpatienten. Wenn erst einmal die maxillären seitlichen Segmente ausreichend gedehnt wurden und neben der Prämaxilla standen, gelang meist eine problemlose und weniger Rezidiv gefährdete Rückführung dieses anterioren Segmentes. Es ist jedoch wünschenswert, die Segmente in der gedehnten Position für eine beträchtliche Zeit zu fixieren.

RYGH und TINDLUND (94) geben 1982 einen vorläufigen Bericht über die Behandlung bei 40 Patienten mit durchgehender Lippen-Kiefer-Gaumenspalte (im Alter von 6 Jahren), bei denen eine modifizierte Quad-helix-Apparatur zur Anwendung kam, mit speziellen Haken an den Eckzahnbändern, um auch eine Protraktion der Maxilla durchführen zu können. Sie entdeckten sehr günstige Bedingungen für das Wachstum des Mittelgesichtes, einmal durch die Expansion und dann durch die Protraktion der Maxilla. Sie glauben, daß die Expansion und Protraktion der Maxilla die Dimension des nasalen und oralen Raumes vergrößern kann, wodurch später eine höhere Zungen-

position herbeigeführt wird. (Die Zungenposition bei Spaltpatienten ist bekanntlich niedrig.) Die Expansionsdauer betrug 2-3 Monate, die Aktivierung erfolgte in einem Abstand von 5-6 Wochen. Solch ein vernünftiges Behandlungsvorgehen, bei dem zuerst die transversale Erweiterung und dann die sagittale Protraktion der Maxilla durchgeführt wird, läßt eine deutliche orthopädische Veränderung der maxillären Basis in anteriore Richtung erkennen. Die seitliche Expansion jedoch bringt einen klinischen Beweis der Steigerung einer verbesserten Nasenatmung bei Spaltpatienten.

### III. PROBLEMSTELLUNG

Die kollabierten und zurückgefallenen oberen Zahnbogen-segmente werden bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-spalten entweder mit einer abnehmbaren Dehnplatte aus Kunststoff oder einer festsitzenden Quad-helix-Apparatur behandelt, um eine transversale Erweiterung zu erhalten.

Für die vorliegende Studie schien es von Interesse, das Ausmaß der Erweiterung dieser unterschiedlichen Oberkieferexpansion bei Spaltpatienten zu untersuchen.

Dafür ist es notwendig, eine Langzeituntersuchung an Spalt-patienten, die mit einer solchen Apparatur behandelt wer-den, durchzuführen. Dazu soll eine Modellstudie dienen, die nach folgender Fragestellung ausgerichtet wird:

1. Wie groß ist das tatsächliche Ausmaß der Veränderung während der kieferorthopädischen Behandlung
  - einmal mit einer abnehmbaren Dehnplatte aus Kunst-stoff,
  - zum anderen mit einer festsitzenden Quad-helix-Apparatur?
2. Wie groß ist der Unterschied dieser beiden Veränderun-gen?
3. In welcher Relation steht die primär vorliegende und die erreichte Zahnbogenbreite bei Spaltpatienten zu den entsprechenden Diametern bei Nichtspaltträgern im vergleichbaren Alter?
4. Welche Information bringt der Vergleich der gefundenen Ergebnisse mit denen anderer Autoren, die ähnliche Be-handlung an Spaltpatienten durchgeführt haben?

#### IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

##### 1. Material

##### 1.1 Probandenauswahl

##### 1.1.1 Spaltpatienten - Behandlungsgruppe

Für die vorliegende Studie wurden 65 Patienten mit durchgehenden Lippen-Kiefer-Gaumenspalten untersucht, ausgewählt aus 435 Spaltpatienten, die in der kieferorthopädischen Fachpraxis Prof. Dr. Ingrid JANSON in München, BRD, behandelt werden. Die Patienten stammen aus dem südlichen Teil Deutschlands, zumeist unterhalb der Donau.

Die Patienten mußten nach folgenden Kriterien ausgesucht werden:

1. Patienten mit totalen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (uni- und bilateral), bei denen infolge Vorliegen eines Kopf- oder Kreuzbisses im Front- und Seitenzahngebiet die Notwendigkeit einer maxillären Expansion therapeutisch gegeben war.
2. Bei diesen Patienten sollte es sich um die erste kieferorthopädische Maßnahme nach operativem Primärverschluß von Lippe und Gaumen (weich und hart) handeln.

Die Patienten der Behandlungsgruppe, 16 Mädchen und 49 Knaben, wurden demnach zu Beginn der Behandlung und am Ende der Behandlung untersucht. Zu Beginn der Behandlung wiesen die Spaltpatienten im Mittel ein Alter von 5 Jahren auf, der jüngste Patient war 2 Jahre 11 Monate (35 Monate), der älteste 10 Jahre 6 Monate (126 Monate). Der jüngste Patient im 3. Altersjahr war ein sog. Frühzahner, eine Besonderheit in der Spaltgruppe. Abb. I zeigt in einer graphischen Darstellung die Anzahl der Patienten in Relation zum Alter.

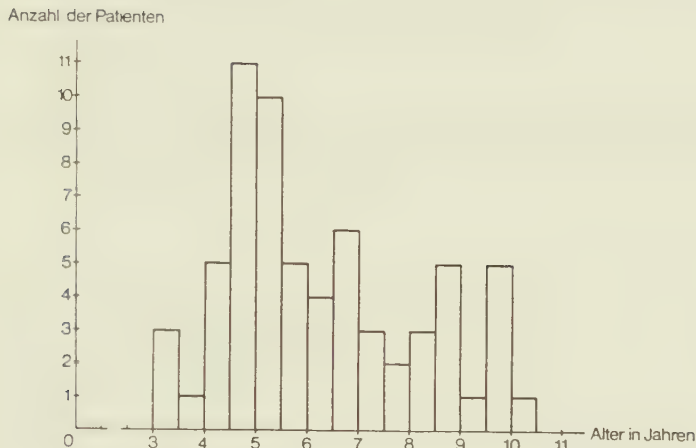


Abb. I: Graphische Darstellung zur Anzahl der Patienten in verschiedenen Altersstufen

#### 1.1.2 Nichtspaltträger - Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe, die in dieser Studie zum Vergleich aufgestellt wurde, besteht aus 26 Nichtspaltträgern. Alle diese Patienten standen im Alter von 5 Jahren und hatte keine Okklusionsstörung im Sinne eines Kreuzbisses sowohl im Front- als auch im Seitenzahnsegment. Diese Vergleichsgruppe weist eine neutrale Okklusion nach der ANGLE-Klassifizierung (Kl. I) auf und hat keinerlei kieferorthopädische Behandlung erhalten.

Die Probanden der Kontrollgruppe wurden ebenfalls aus der kieferorthopädischen Fachpraxis von Frau Prof. Dr. Ingrid JANSON in München ausgewählt. Es waren die Kinder von älteren Patienten, die in kieferorthopädischer Behandlung standen oder Patienten der sogenannten Mundhygienegruppe (JANSON, M. et al. 1978 (61)).

Die Kontrollgruppe besteht aus 16 Mädchen und 10 Knaben im mittleren Alter von 5 Jahren  $\pm$  1 Monat.

## 1.2 Primärchirurgie

Die erwähnten 435 Spaltpatienten kamen in unterschiedlichem Alter zur kieferorthopädischen Erstberatung:

- Die eine Patientengruppe (310) wurde nach der Geburt entweder um den dritten Tag oder vor der ersten Lippenoperation ca. im dritten Lebensmonat zur kieferorthopädischen Primärversorgung überwiesen (47);
- die andere Patientengruppe (125) kam erst während der Milch- bzw. Wechselgebissperiode oder gar erst wenn das bleibende Gebiss bereits durchgebrochen war, zur kieferorthopädischen Vorstellung. Diese Patienten waren alle primär, manche sogar sekundär, operiert.

Die Primärchirurgie resp. Sekundärchirurgie war von unterschiedlichen Chirurgen durchgeführt worden (12), (65), (72), (96), (98), (106), (109).

Die untersuchten 65 Patienten mit durchgehender Lippen-Kiefer-Gaumenspalte - unilateral rechts und links sowie bilateral - wurden von zwei nach unterschiedlichem Zeitplan vorgehenden Chirurgen sowie nach unterschiedlichen Techniken operiert (Abb. II):

- Chirurg I:

Der Zeitplan des Chirurgen I sah den Verschluß des weichen Gaumens zusammen mit dem Verschluß der Lippe ca. im 3. bis 4. Lebensmonat vor.

- Chirurg II:

Der Zeitplan des Chirurgen II sah den Verschluß des weichen Gaumens im 18. Lebensmonat vor, den Lippenschluß ebenfalls im Alter vom 3. bis 4. Lebensmonat.

Bei bilateralen Lippenspalten wurde der Verschluß durch zweizeitiges Vorgehen seitens beider Chirurgen durchgeführt, jeweils im Abstand von ca. 2 Monaten - z.B. im 4. und 6. Lebensmonat.

Der harte Gaumen wurde von beiden Chirurgen ca. im 3. Lebensjahr verschlossen. Primäre Knochentransplantation führte keiner der Chirurgen durch, auch keine Periostplastik im Kieferbereich.

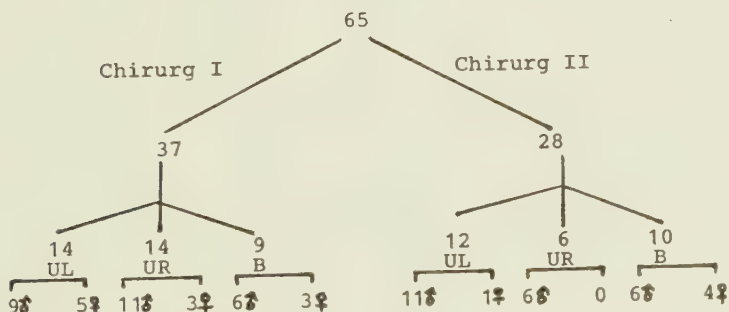


Abb. II: Anzahl der Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-spalten, differenziert nach operierendem Chirurgen (I und II, s. oben) und nach Spaltbefund: UL unilateral links, UR unilateral rechts, B bilateral

### 1.3 Behandlungszeitpunkt

Der gewählte Behandlungszeitpunkt bezüglich chronologischem, dentalen und skelettalen Alter beruht auf folgenden Überlegungen:

Nach der klinischen und wissenschaftlichen Erfahrung (KREBS 1959 (10), HAAS 1961 (47), KREBS 1964 (71), SKIELLER 1964 (107), HAAS 1970 (43), STOREY 1973 (114), CHACONAS 1977 (9), HARBERSON 1978 (44), HICKS 1978 (54), BERLOCHER 1980 (8), TIMMS 1980 (120), BELL 1981 (4)) ist die beste skelettale Reaktion während der Hauptwachstumsphase, also im pubertären Zeitraum, zu erwarten, aufgrund der erhöhten zellularen Aktivität im Knochen mit einem ansteigenden Wachstumspotential. Aus diesem Grunde ist es klinisch wünschenswert, vor dieser Zeit, so früh wie möglich also, dentale Abweichungen, z.B. einen Kreuzbiß, der mandibuläre Zwangsbißführungen verursacht, zu korrigieren. Somit soll vermieden werden, disharmonische Relationen in die Hauptwachstumszeit zu übertragen, die dann unter Umständen verstärkt und manifestiert werden können.

Einmal beinhaltet diese Behandlung die laterale Oberkiefer-Expansion, die meist vor Durchbruch des oberen bleibenden Eckzahns durchgeführt werden sollte, sowie die Korrektur der abwegigen Mitte. Wichtig ist dabei, okklusale Störfaktoren zu beseitigen, um funktionelle Abweichungen zu verhindern. Aus diesem Grunde wurde auch das Alter für die untersuchten Probanden in dieser Studie begrenzt. Die Patienten sollten so jung wie möglich sein. Ein Lebensalter um das 5. Jahr fiel zumeist mit der üblichen Kontaktaufnahme mit dem Kieferorthopäden vor Einschulung auf.

## 1.4 Behandlungsgeräte

Der vorliegende Kreuzbiß, der so ausgeprägt war, daß eine Selbstkorrektur nicht erwartet werden konnte, sollte mit Hilfe einer abnehmbaren Dehnplatte oder mit Hilfe einer festsitzenden Apparatur, Quad-helix, korrigiert werden. Gleichzeitig lag zumeist ein Abweichen der Mandibula zur rechten oder linken Seite im Sinne eines Zwangsbisses vor. Diese Beseitigung des Zwangsbisses, als Kausaltherapie für die kieferorthopädische Frühbehandlung betrachtet, war von funktioneller Seite eines der Hauptgründe für den Behandlungsbedarf.

### Beschreibung der Apparaturen

#### 1.4.1 festsitzende Apparatur: Quad-helix (Abb. IIIa und IIIb)

Die Quad-helix-Apparatur kann als Modifikation des "Porter" oder "W"-Gerätes (S. 3) angesehen werden. Dieser Behelf wird aus einem 0.038 inch starken federharten Draht (0.975 mm) hergestellt und an orthodontische Bänder gelötet. Diese Bänder werden entweder auf die ersten Molaren oder auf die Eckzähne bzw. zweiten Milchmolaren und Eckzähne aufgepaßt, dann ein Abdruck darüber genommen und im Labor das Modell mit den Händen zur Lötung hergestellt.

Der Draht erhält in Höhe der Eckzähne und distal der posterioren Lötstelle je ein Loop auf der rechten wie linken Seite, wenn eine bilaterale Expansion gewünscht wird. Anzahl und Lage der Loops ist abhängig von der Art des Befundes von der wünschenswerten Aktivierung, also von der jeweils vorliegenden Behandlungsaufgabe. Die fertiggestellte Apparatur wird passiv im Mund eingepaßt und dann vor Zementierung der Bänder individuell aktiviert, zumeist in der Horizontalebene. Das Ausmaß der Aktivierung beträgt

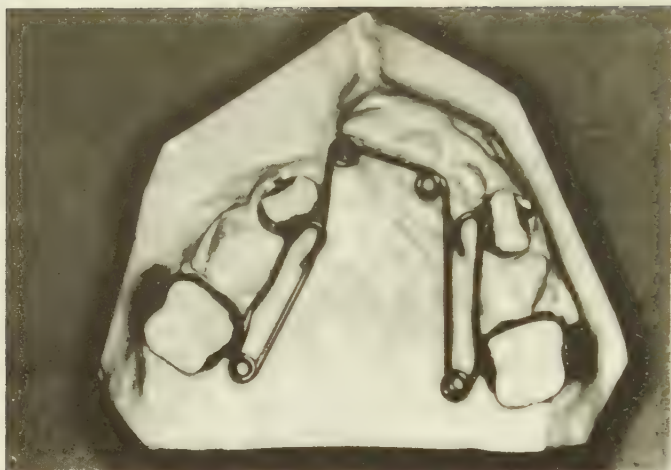


Abb. IIIa: Quad-helix-Apparatur (für einseitige Dehnung)  
für die Behandlung eines Patienten mit uni-  
lateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

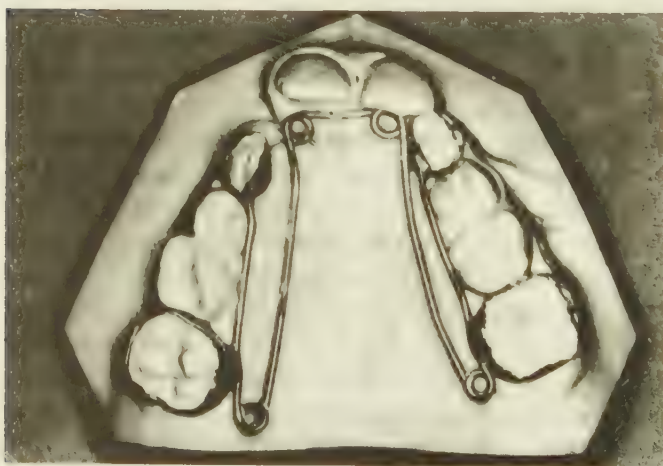


Abb. IIIb: Quad-helix-Apparatur (für beidseitige Dehnung)  
für die Behandlung eines Patienten mit bilate-  
ralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

ungefähr 5 mm auf jeder Seite (z.B. beim bilateralen Kreuzbiß), so daß als Ergebnis eine Kraftgröße von 350 bis 400 gr entsteht.

Die Anzahl der Aktivierung hängt wiederum vom Ausmaß des Kreuzbisses und von der Behandlungsaufgabe ab. Sie erfolgt zumeist innerhalb von 4 Wochen. Zur Aktivierung diente einmal die Expansion der "W"-Feder über der Horizontal-ebene mit den Fingern oder mit Hilfe einer "Ädererzange". Eine Aktivierung direkt im Mund erschien dem Behandler unzumutbar, so daß die Apparatur für jede Aktivierung herausgenommen werden mußte, um danach wieder neu zementiert zu werden. Auf diese Weise konnte gleichzeitig eine Kontrolle über die Zähne und die Hygiene erfolgen. Sobald die gewünschte Expansion klinisch erreicht war, wurde die Apparatur entfernt und gegen eine Retentionsplatte ausgetauscht oder gegen einen festen Retainer.

#### 1.4.2 abnehmbare Apparatur: aktive Dehnplatte aus Kunststoff (Abb. IVa und IVb)

Die Konstruktion der Dehnplatte aus Kunststoff erfolgte nach der Empfehlung von A.M. SCHWARZ 1956 (102). Als Befestigungselemente dienen zwei doppelarmige Pfeilklemmen auf der rechten und linken Seite. Ihre Verankerung verläuft posterior des ersten Molaren. Distal von diesem verläuft der Draht in den palatinalen Kunststoffteil. Im anterioren Bereich verläuft die Verankerung über den Kontaktpunkt zwischen erstem Milchmolar und Milcheckzahn wiederum nach palatinal in den Kunststoffteil. Bei Nichtvorhandensein des ersten Molaren wird die doppelarmige Pfeilklemme distal des zweiten Milchmolaren nach palatinal geführt und mesial vom Milcheckzahn. Von bukkal greifen zwei Pfeilklemmen in die Kontaktpunkte, entweder mesial und distal des zweiten Milchmolaren, resp. mesial und distal des ersten Milchmolaren

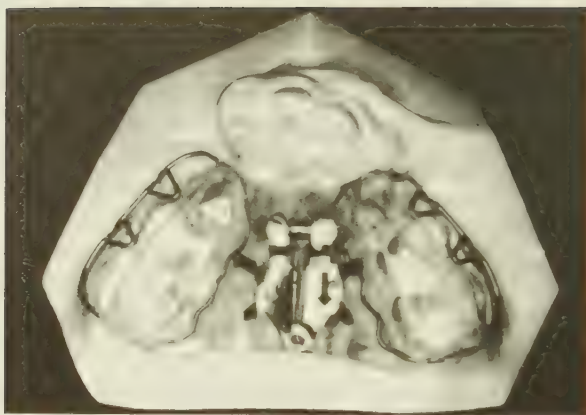


Abb. IVa: Abnehmbare Oberkiefer-Dehnplatte mit Fächerdehnschraube für die Behandlung eines Patienten mit bilateraler Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und asymmetrischem anterioren Kollaps der Kiefersegmente rechts und links

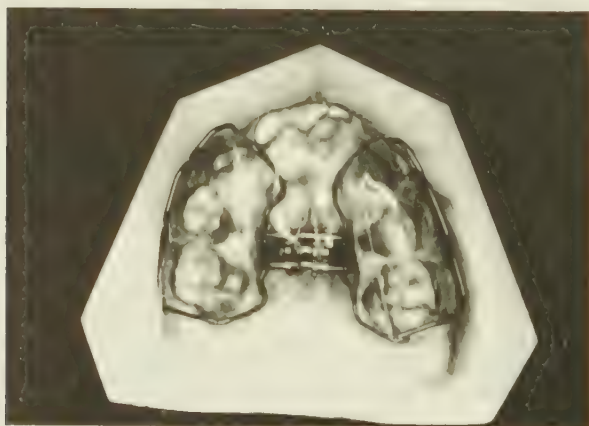


Abb. IVb: Abnehmbare Oberkiefer-Dehnplatte mit Dehnschraube für die Behandlung eines Patienten mit bilateraler Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und symmetrischem Kollaps im anterioren und posterioren Seitenzahnsegment

Manche Plattenkonstruktionen erhielten als zusätzliches Befestigungselement einen Labialbügel. In der Mitte der palatinalen Kunststoffplatte wurde eine kleine Schraube zur transversalen Dehnung eingesetzt. Die Kauflächen der Seitenzähne sind generell mit Kunststoff bedeckt; dieser Seitenaufbiß darf nur so dick gehalten werden, daß eine leichte Bißsperrung mit symmetrischen und möglichst häufigen Kontakten zu den unteren Zähnen möglich ist.

Die Aktivierung der Platte erfolgt außerhalb des Mundes durch den Patienten bzw. die Patienten-Eltern. Mit Hilfe eines kleinen Schlüssels wird das Gewinde der Schraube aufgedreht. Die Aktivierung war ein- bis maximal zweimal pro Woche nötig. Die Anzahl der Aktivierungen insgesamt blieb abhängig vom Ausmaß des Kreuzbisses bzw. der klinisch für notwendig erachteten Expansion im Oberkiefer.

Die Patienten erhielten die Anweisung, die Platte während der Nacht und während des gesamten Tages - auch beim Spielen - zu tragen und nur während der Mahlzeiten und zum Zähneputzen herauszunehmen. Eine Befragung über die Anzahl von Zwischenmahlzeiten schien notwendig; diese sollten nicht zu häufig stattfinden.

Eine Kontrolle der Platte und des Behandlungsverlaufs erfolgte alle vier bis sechs Wochen, auch abhängig vom Wohnort des Patienten und von dessen Zuverlässigkeit bei der Mitarbeit.

Bei Erreichen der gewünschten Dehnung und Beseitigung des Kreuzbisses wurde die Platte gegen eine passive Retentionsplatte ausgetauscht. Diese mußte in gleicher Weise wie das aktive Gerät getragen werden, abhängig vom Umfang und Zeitintervall der Dehnung mindestens den gleichen Zeitraum.

## 2. Methode

### 2.1 Modelldokumentation

Von allen 65 Patienten wurden die kieferorthopädischen Gipsmodelle zu zwei Zeitpunkten untersucht:

#### 2.1.1 Erster Zeitpunkt = vor Behandlungsbeginn

Anfangsbefund A, vor Einsetzen der kieferorthopädischen Apparatur, also zu Behandlungsbeginn.

#### 2.1.2 Zweiter Zeitpunkt = nach aktiver Behandlung

Endbefund E, nach kieferorthopädischer Behandlung am Ende der aktiven Behandlungsphase, vor Beginn der Retention.

Nach der üblichen bekannten Methode wurden Alginateabdrücke (18 g Pulver und 36 ml Wasser) hergestellt. Der Abdruck mußte genau sein, alle Zähne der einzelnen Zahnreihen beinhalten und die Umschlagfalte mit Lippen und Wangenbändchen so deutlich wie möglich darstellen.

Das Ausgießen der Modelle wurde sofort nach dem Abdruck vorgenommen, um eine Schrumpfung des Materials zu vermeiden und damit für die geplanten Messungen an den Modellen später Ungenauigkeiten zu erzeugen.

Das Pulver-Wasser-Verhältnis der Gipsmodelle beinhaltet 100 ml Wasser zu 47 g Pulver. Zum Anrühren des Gipses wurde ein Vakuum-Anrührgerät verwendet, das nicht nur Blasen auf den Zahnoberflächen mitverhindert, sondern auch eine bessere Konsistenz des Materials bewirkt, so daß es nachher leichter ist, den Sockel des Ober- und Unterkiefermodelles herzustellen. Darüber hinaus wird eine bessere Härte des Modelles gewährleistet.

Weiter wurde ein Situationsbiß am Patienten hergestellt. Dazu diente eine halbe rosa Wachsplatte, die zusammenge-  
rollt in erweichtem Zustand zwischen die Zähne gelegt wird. Die habituelle Okklusion der Zahnreihen beim Patienten konnte so fixiert werden.

Mit diesem habituellen Situationsbiß konnten die Modelle dreidimensional beschliffen werden, wobei größte Aufmerksamkeit den posterioren alveolären Bereichen gilt (retromolar), die nicht angeschliffen werden dürfen.

## 2.2 Modellvermessung

Zur Vermessung der Gipsmodelle im Ober- und Unterkiefer dient folgendes Material (Abb. V).



Abb. V: Meßinstrumente

- Lupe
- 0,3 mm Pentel P 203, Japan
- Schublehre, Münchner Modell, Fa. Seitz & Haag
- Rechte Winkel, Faber Castell (566M/21)
- Rechner
- Stechzirkel nach KORKHAUS, Fa. Seitz & Haag

### 2.2.1 Referenzpunkte am Modell

Für die Vermessung aller Modelle (Spaltpatienten und Nichtspaltträger) wurden im unteren und oberen Zahnbogen bestimmte Referenzpunkte festgelegt (s. Abb. VI). Nach folgender Definition markierte der Untersucher sie mit dem Bleistift direkt am Modell.

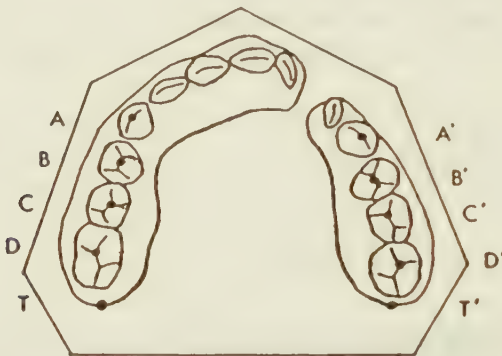


Abb.VIa<sub>1</sub>: Anatomische Referenzpunkte am Oberkiefer-Spaltmodell

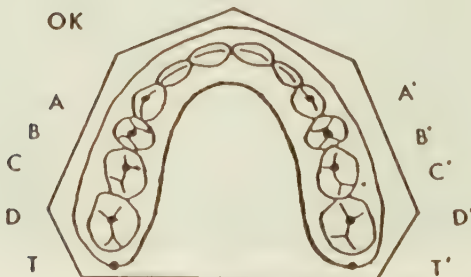


Abb.VIa<sub>2</sub>: Anatomische Referenzpunkte am Oberkiefermodell eines Nichtspaltträgers

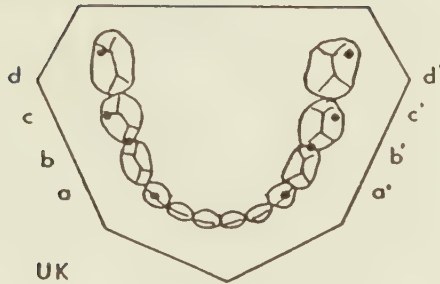


Abb. VI b: Anatomische Referenzpunkte am Unterkiefermodell

Definition der Referenzpunkte dieser Studie:

a) Oberkiefer-Referenzpunkte

T/T': Oberer posteriorer alveolärer Tuba-Punkt, gelegen am hintersten Ende des Tubabereiches.  
T rechte, T' linke Seite.

A/A': Eckzahnspitze des oberen Milcheckzahnes. Der Schnittpunkt der labio-lingualen Linie über der Kaukante des Eckzahnes mit der mesio-distalen Linie dient bei Milcheckzähnen mit abradierter Eckzahnspitze als Referenzpunkt (s. Abb. VII).

A rechte, A' linke Seite.

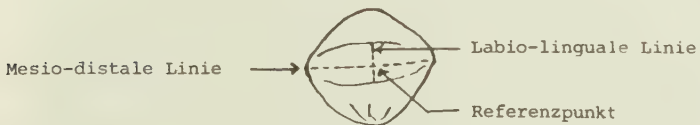


Abb. VII: Konstruktion des Referenzpunktes auf dem abradieren Milcheckzahn

- B/B': Mesiales Grübchen des ersten Milchmolaren bzw. des ersten Prämolaren im Oberkiefer.  
B rechte, B' linke Seite
- C/C': Mesiales Grübchen des zweiten Milchmolaren bzw. des zweiten Prämolaren im Oberkiefer.  
C rechte, C' linke Seite
- D/D': Mesiales Grübchen (mesiale mittlere Querfissur) des ersten Oberkiefermolaren.  
D rechte, D' linke Seite

#### b) Unterkiefer-Referenzpunkte

- a/a': Eckzahnspitze des Unterkiefereckzahnes rechts bzw. links
- b/b': Kontaktpunkt zwischen dem ersten und zweiten Milchzahn im Unterkiefer bzw. ersten und zweiten Prämolaren wieder rechts bzw. links
- c/c': Mitte des disto-bukkalen Höckers des zweiten Milchmolaren im Unterkiefer bzw. zweiten Prämolaren, wiederum rechte und linke Seite
- d/d': Disto-bukkale Höckerspitze des ersten unteren Molaren, wiederum rechte und linke Seite

#### 2.2.2 Standardisierte Modellphotographie

Für die standardisierte Photographie der Modelle stand eine Singlereflex-Kamera zur Verfügung mit einer Microlinse (55 mm).

Ein Ringblitz wurde vor die Linse aufgesetzt. Um die Kamera zu befestigen, war ein Reprostativ notwendig (Abb. VIII) .

Als Film diente ein Schwarz-Weiß-Film von Agfa mit 100 ASA. Um eine bessere Tiefenschärfe zu erreichen, wurde mit einer Belichtung von  $1/30$  und einer Blende von 16 gearbeitet.

Bei der Ausrichtung der Modelle mußte darauf geachtet werden, daß die Okklusal-Oberflächen der Zähne parallel zur Filmoberfläche verlaufen. Der Abstand zwischen dem Film und der Okklusionsebene der Modelle blieb stets konstant mit 44 cm. Ein Millimetermaß mit Millimeter-Kalibrierung wurde im Hintergrund fixiert und diente als Richtlinie für die spätere Bildvergrößerung, die mit 1:1 Verhältnis die korrekte Größe der zu untersuchenden Modelle gewährleistet.

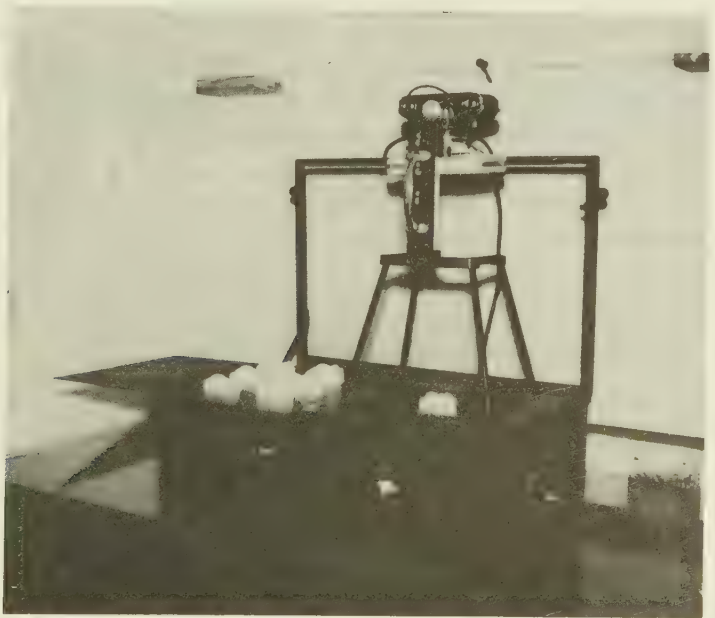


Abb. VIII: Konstruktion der standardisierten Photoapparatur nach Bayer. Landesanstalt für Tierzucht, Grub bei München

### 2.2.3 Referenzlinien

#### Einzeichnen der Linien

Vor der tatsächlichen Messung mußten alle Referenzpunkte auf dem Photo miteinander verbunden werden. Für die Konstruktion dieser Referenzlinien diente wieder ein Bleistift und zwei Zeichendreiecke von Faber-Castell (566M/21), eines mit einem rechten Winkel.

Die Verbindung der Referenzpunkte T und T', zuerst vorgenommen, diente als Hauptreferenzlinie für den Oberkiefer. Darauf wurde der Mittelpunkt (M) markiert und unter Zuhilfenahme der rechten Winkellineale eine senkrechte Linie in diesem Punkt errichtet. Die anderen Referenzpunkte wurden durch Parallelverschiebung zu dieser Hauptreferenzlinie T zu T' miteinander verbunden. Dabei entstanden ausgehend von den rechten und linken Referenzpunkten A, B, C und D jeweils ein rechtes und ein linkes Lot auf die Mittellinie. Die spätere Messung sah vor, diese beiden Linien getrennt zu messen und zu addieren, um eine indirekte Messung zwischen linkem und rechten Referenzpunkt für die Aussage des transversalen Diameters zu erhalten (Abb. IX).

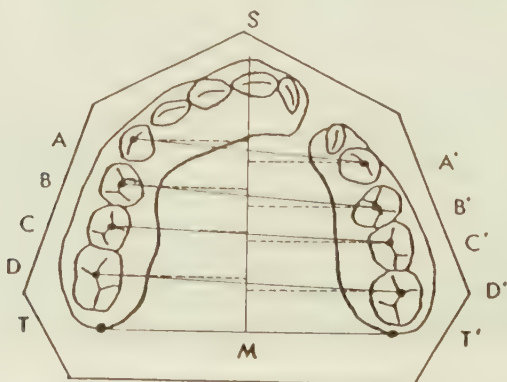


Abb. IX a<sub>1</sub>: Referenzlinien im Oberkiefer eines Spaltpatienten für die indirekte Meßmethode (gestrichelte Linie) und für die direkte Meßmethode (durchgezogene Linie)

Desweiteren wurde eine direkte Messung von rechtem zu linkem Referenzpunkt vorgenommen. Bei dieser direkten Methode wurden alle Referenzpunkte der linken Seite einfach mit den Referenzpunkten der anderen Seite verbunden und dieser Diameter direkt gemessen (Abb. IX).

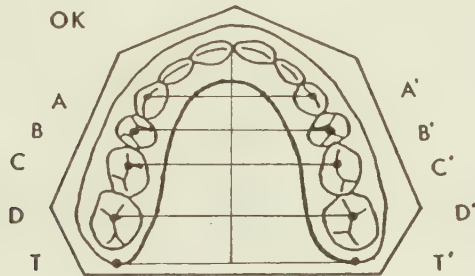


Abb. IX a<sub>2</sub>: Referenzlinien im Oberkiefer eines Nichtspaltträgers für die direkte Meßmethode (durchgezogene Linie)

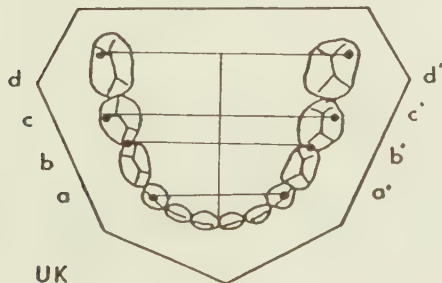


Abb. IX b: Referenzlinien im Unterkiefer bei Spaltpatienten und Nichtspaltträgern für die direkte Messung (durchgezogene Linie)

### Definition der transversalen Messungen

Die nachstehend definierten Referenzlinien dienen zur Beurteilung der transversalen Zahnbogenbreite von Ober- und Unterkiefer in der Horizontalebene.

#### a) Oberkieferzahnbogen

- T - T' Linie: Hauptreferenzlinie, sie repräsentiert die posteriore Weite im Bereich der Tuberbasis
- A - A' Linie: Intereckzahnbreite (53 und 63)
- B - B' Linie: Anteriore Zahnbogenbreite, ausgehend vom ersten Milchmolaren der rechten zur linken Seite (54 und 64) bzw. der ersten Prämolaren (14 und 24)
- C - C' Linie: Mittlere transversale Zahnbogenbreite, ausgehend vom zweiten Milchmolaren der einen zur anderen Seite (55 und 65) bzw. der Verbindungslinie der Referenzpunkte der zweiten Prämolaren (15 und 25)
- D - D' Linie: posteriore Zahnbogenbreite, Verbindungslinie der Referenzpunkte an den ersten Molaren (16 und 26)

#### b) Unterkieferzahnbogen

- a - a' Linie: Intereckzahnbreite (73 und 83)
- b - b' Linie: Vordere Zahnbogenbreite, Verbindungslinie der Kontaktpunkte der Milchmolaren der linken und der rechten Seite bzw. der ersten und zweiten Prämolaren (74, 75 und 84, 85) bzw. (34, 35 und 44, 45).

c - c' Linie: Mittlere Zahnbogenbreite, Verbindungslinie zwischen den zweiten Milchmolaren der einen zur anderen Seite (75 und 85) bzw. der zweiten Prämolaren (35 und 45)

d - d' Linie: Posteriore Zahnbogenbreite, unter intermolare Breite (36 und 46)

### Beschreibung der Methode zur Breitenmessung

Die Referenzlinien stellen die tatsächliche interdentale Breite innerhalb beider Zahnbögen dar, sie werden in Millimeter gemessen. Zwei Methoden der Breitenmessung kamen zur Anwendung (Abb. IX a<sub>1</sub>):

#### I. Die direkte Messung

Unter Verwendung des Stechzirkels nach KORKHAUS (s. S. 37 ) mit einer Genauigkeit von 1/10 mm wurden die einzelnen interdentalen Breitenmessungen durchgeführt und direkt niedergeschrieben.

#### II. Die indirekte Messung

Dazu waren zwei Messungen erforderlich. Zuerst wurde die rechte Seite des Oberkieferzahnbogens gemessen, dann die linke, wobei jedesmal vom rechten anatomischen Referenzpunkt zur konstruierten Senkrechten die Messung abgetragen wurde und dann vom linken anatomischen Referenzpunkt wieder zu dieser Senkrechten die Länge des Lotes bestimmt wurde. Die Summe dieser zwei Messungen wurde als indirekte interdentale Breitenmessung eingetragen.

## 2.3 Kompressionsindex

Darüberhinaus sollte der Kompressionsindex bestimmt werden, der das Verhältnis vom oberen zum unteren Zahnbogen in der horizontalen Ebene darstellt (Abb. IX<sub>a2</sub> und IX<sub>b</sub>, S. 43). Daraus läßt sich das Ausmaß der Oberkieferkompression ableiten, und zwar für drei unterschiedliche Bereiche:

- a) anteriorer Bereich, dargestellt im Index I
- b) mittlerer Bereich, dargestellt im Index II
- c) posteriorer Bereich, dargestellt im Index III.

Die Indices wurden berechnet durch Anwendung folgender Formeln auf der Basis der interdentalen Zahnbogenbreitenmessung.

- a) Vorderer Bereich

$$\text{Index I} = \frac{(b - b')}{(B + B')} \frac{\text{Breite}}{\text{Breite}} \times 100$$

- b) Mittlerer Bereich

$$\text{Index II} = \frac{(c - c')}{(C + C')} \frac{\text{Breite}}{\text{Breite}} \times 100$$

- c) Hinterer Bereich

$$\text{Index III} = \frac{(d - d')}{(D + D')} \frac{\text{Breite}}{\text{Breite}} \times 100$$

## 2.4 Dreidimensionale Beurteilung der Okklusion

Die Klassifizierung nach ANGLE 1899 (2) diente bei den 65 Probanden der Behandlungsgruppe zur Definition der Okklusionsverhältnisse bei habituellem Zahnreihenschluß. Mit Hilfe des Situationsbisses konnte unteres und oberes Gipsmodell aneinandergefügt werden. Die Modelle waren so geschliffen, daß eine posteriore Stellfläche diese habituelle Okklusion absichert.

Bei der Bestimmung der von ANGLE angegebenen Klassifikationen diente der erste Molar und der Milcheckzahn der vorrangigen Orientierung bei Vorhandensein aller altersentsprechenden Zähne im Zahnbogen bzw. bei Wanderungen von bleibenden Zähnen infolge frühzeitigem Milchzahnverluste nach deren Rekonstruktion (der bleibenden Zähne) an die ursprüngliche Stelle.

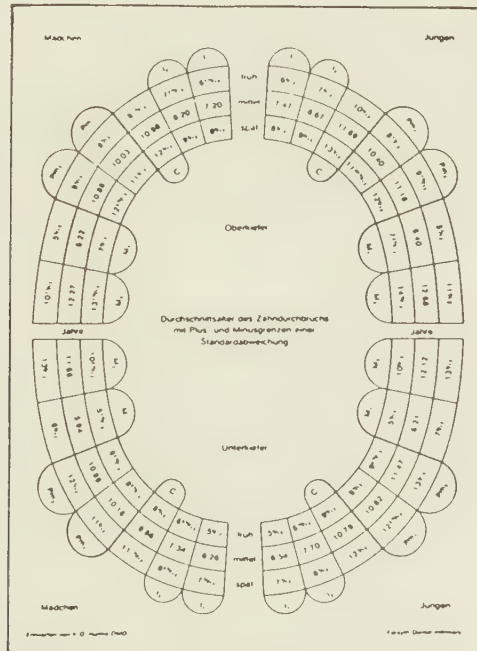


Abb. 6 : Darstellung des frühen, mittleren und späten Durchbruchalters für Mädchen (links) und Knaben (rechts) nach HURME 1957 (57)

Drei unterschiedliche Okklusionssituationen werden von ANGLE in mesiodistaler Richtung für die sagittale Aussage des Okklusionsverhältnisses beschrieben.

1. ANGLE-Klasse I (Abb. 7a)

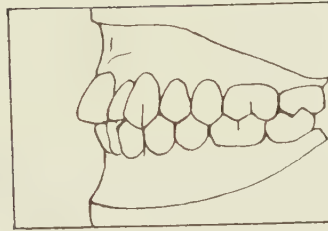
Der mesio-bukkale Höcker des oberen ersten Molaren greift in die Querfissur des ersten unteren Molaren; der obere Eckzahn steht über dem Kontaktpunkt des unteren Eckzahnes mit dem ersten Milchmolaren resp. ersten Prämolaren. Eine gute Intercuspiration der zweiten Prämolaren liegt vor.

2. ANGLE-Klasse II (Abb. 7b)

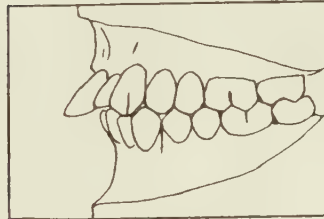
Die Querfissur des unteren ersten Molaren liegt distal zum Bezugspunkt des Oberkiefers, der als mesio-bukkaler Höcker des oberen Molaren dargestellt wird. Das Gleiche gilt für die Eckzahnrelation.

3. ANGLE-Klasse III (Abb. 7c)

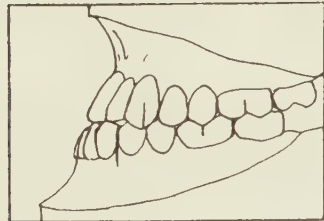
Die unteren Bezugspunkte, die Querfissur des unteren ersten Molaren, liegt jetzt mesial des oberen Bezugspunktes, der mit dem mesio-bukkalen Höcker des oberen ersten Molaren beschrieben war. Das Gleiche gilt für den Eckzahnbereich.



a) Kl. I



b) Kl. II



c) Kl. III

Abb. 7: Graphische Darstellung der verschiedenen Arten der Molarenklassifikation nach ANGLE 1899 ( 2 )

Bei korrekter sagittaler, vertikaler und transversaler Okklusion greifen die oberen Zähne generell leicht über die unteren. Eine Abweichung von dieser korrekten Intercuspitation bei Zahnreihenschluß in der Horizontalebene kann als "Kreuzbiß" auffallen. Das klinische Bild eines Kreuzbisses wird definiert mit einer unkorrekten Zahnstellung in labialer, bukkaler oder lingualer Richtung.

In der vorliegenden Studie zeigen die Anfangsbefunde stets Kreuzbiß unterschiedlichster Art, die in vier charakteristische Gruppen eingeteilt werden:

1. Unilateraler Kreuzbiß (Abb. 8 a):

Einzelne oder mehrere Zähne im Seitenzahnbereich (vom Eckzahn bis Molarenbereich) sind bei Zahnreihenschluß nach palatinal/lingual gekippt, so daß der bukkale Höcker der oberen Seitenzähne mit dem lingualen Höcker der unteren Seitenzähne in Kontakt steht. Beim Eckzahn steht dann die Höckerspitze des oberen Eckzahnes lingual der Höckerspitze des unteren Eckzahnes.

2. Bilateraler Kreuzbiß (Abb. 8 b):

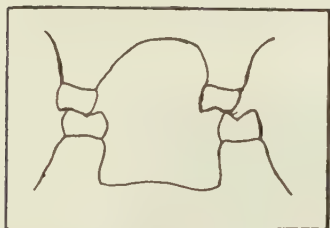
Es sind die unter 1. beschriebenen Okklusionsverhältnisse auf der rechten sowie auf der linken Seite augenfällig.

3. Kopfbiß (Abb. 8 c):

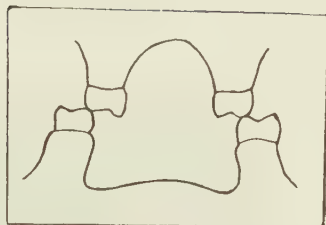
Die Zähne des Oberkiefers berühren bei Okklusion direkt die Höcker bzw. Kaukanten der unteren Zähne und greifen nicht wie bei korrekter Okklusion bukkal der Facialfläche über die Höckerspitzen bzw. Kaukanten. Dieser Kopfbiß ist im Front- und Seitenzahngebiet zu finden.

4. frontaler Kreuzbiß (Abb. 8 d):

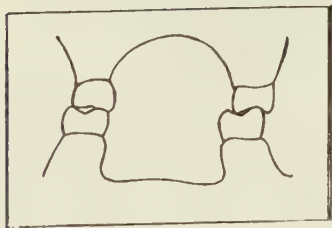
Umgekehrte Verzahnung der vier Frontzähne (einzelne Zähne oder mehrere), wobei die Kronen der oberen Schneidezähne hinter die Kronen der unteren Schneidezähne greifen, entweder mit oder ohne Kontakt der Lingualfläche der unteren Inzisivi.



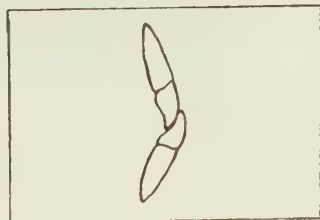
a. Unilateraler (einseitiger) Kreuzbiß



b. Bilateraler (beidseitiger) Kreuzbiß



c. Kopfbißstellung



d. Frontaler Kreuzbiß

Abb. 8 : Verschiedene Arten von Okklusionsbefunden in der Horizontalebene nach HUDDART (56).

## 2.5 Untersuchungsblatt

Im Untersuchungsblatt sind folgende Daten aufgezeichnet (Abb. Xa und Xb):

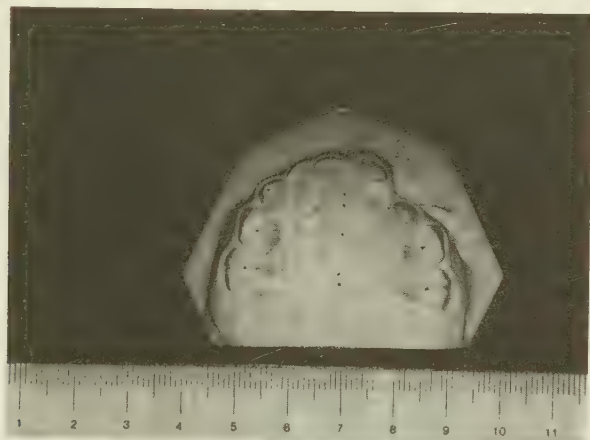
1. Geschlecht
2. Chirurg
3. Spaltbefund
4. ANGLE-Klassifikation
5. Lokalisation des Kreuzbisses bzw. Kopfbisses
6. Art der zur Anwendung kommenden Expansionsapparatur
7. Patientenalter zu Beginn der Behandlung
8. Patientenalter zum Ende der Behandlung
9. Alle linearen Messungen der Horizontalebene
10. Kompressionsindex

An 10 Probanden wurden Doppelmessungen für eine Fehleranalyse durchgeführt.

Alle gefundenen Werte wurden statistisch analysiert und nach den bekannten statistischen Parametermethoden diskutiert (s. S. 55 Statistische Beschreibung des Materials).

Abb. Xa : Untersuchungsblatt am Beginn der Behandlung

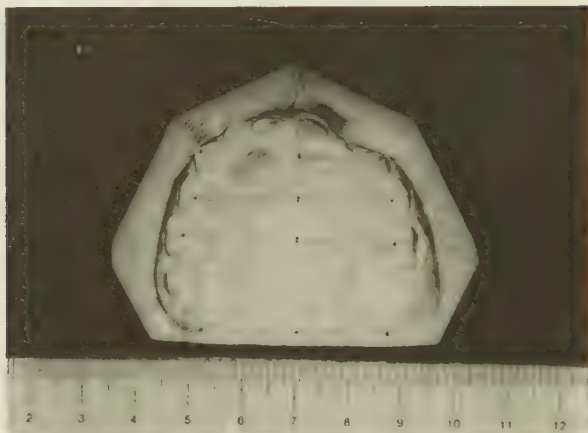
Name:  
Geschlecht:  
Geburtsdatum:  
Pat. Nr.:  
Bißlage:  
Chirurg:  
Spalte Klassifikation:  
Datum der Abdrucknahme:  
Art der Behandlung:  
Anfang der Behandlung:



| OK Indirekt          |  |                            | OK Direkt             |                            | UK Direkt     |             |    |
|----------------------|--|----------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------|-------------|----|
| Meßstrecken          |  | mm                         | Σmm                   | Meßstrecken                | mm            | Meßstrecken | mm |
| A - MS               |  |                            | A - A'                |                            | a - a'        |             |    |
| A' - MS              |  |                            |                       |                            |               |             |    |
| B - MS               |  |                            | B - B'                |                            | b - b'        |             |    |
| B' - MS              |  |                            |                       |                            |               |             |    |
| C - MS               |  |                            | C - C'                |                            | c - c'        |             |    |
| C' - MS              |  |                            |                       |                            |               |             |    |
| D - MS               |  |                            | D - D'                |                            | d - d'        |             |    |
| D' - MS              |  |                            |                       |                            |               |             |    |
| T - T'               |  |                            | Ant.<br>Index<br>I    | $\frac{UK}{OK} \times 100$ | _____ x 100 = |             |    |
| Post.<br>Index<br>II |  | $\frac{UK}{OK} \times 100$ | Post.<br>Index<br>III | $\frac{UK}{OK} \times 100$ | _____ x 100 = |             |    |

Abb. Xb: Untersuchungsblatt am Ende der Behandlung

Name:  
 Geschlecht:  
 Geburtsdatum:  
 Pat. Nr.:  
 Bißlage:  
 Chirurg:  
 Spalte Klassifikation:  
 Datum der Abdrucknahme:  
 Art der Behandlung:  
 Ende der Behandlung:



| OK Indirekt                                     |  |      | OK Direkt                                        |    | UK Direkt            |    |
|-------------------------------------------------|--|------|--------------------------------------------------|----|----------------------|----|
| Meßstrecken    mm                               |  | Σ mm | Meßstrecken                                      | mm | Meßstrecken          | mm |
| A    - MS                                       |  |      | A    - A'                                        |    | a    - a'            |    |
| A'   - MS                                       |  |      |                                                  |    |                      |    |
| B    - MS                                       |  |      | B    - B'                                        |    | b    - b'            |    |
| B'   - MS                                       |  |      |                                                  |    |                      |    |
| C    - MS                                       |  |      | C    - C'                                        |    | c    - c'            |    |
| C'   - MS                                       |  |      |                                                  |    |                      |    |
| D    - MS                                       |  |      | D    - D'                                        |    | d    - d'            |    |
| D'   - MS                                       |  |      |                                                  |    |                      |    |
| T    - T'                                       |  |      | Ant.<br>Index $\frac{UK}{OK} \times 100$<br>I    |    | _____ $\times 100 =$ |    |
| Post.<br>Index $\frac{UK}{OK} \times 100$<br>II |  |      | Post.<br>Index $\frac{UK}{OK} \times 100$<br>III |    | _____ $\times 100 =$ |    |

### 3. Statistische Beschreibung des Materials

#### 3.1 Statistisches Programm

Aus statistischer Sicht liegt eine Untersuchung vor, bei der mehrere Zufallsgrößen beobachtet wurden, die in Abschn. IV. 2. näher beschrieben werden. Die Variablen wurden zu zwei Zeitpunkten gemessen:

Zeitpunkt I: unmittelbar vor einer Behandlung

Zeitpunkt II: nach Abschluß der Behandlung. Es interessieren vor allem die in der Problemstellung erarbeiteten Fragen, die sich in bestimmten Hypothesen über die Zufallsgrößen und die verschiedenen Abhängigkeiten niederschlagen. Zur Beschreibung der statistischen Fragestellung wird folgende Nomenklatur angewendet:

- Die Zufallsvariablen werden mit  $A, B, \dots, X, Y, Z$  bezeichnet.
- Zur Unterscheidung der Zeitpunkte dient der Index  $t$  ( $t = 1, 2$ ).  
( $x_t$  ist also die im Zeitpunkt  $t$  beobachtete Zufallsvariable  $X$ ).
- Für jeden Patienten  $k$  erhält man zu jedem Zeitpunkt  $t$  durch Messung Realisierungen der Zufallsgröße  $X_t$ . Diese Realisierung wird mit  $x_{t,k}$  (Merkmalswerte) bezeichnet ( $k = 1, 2, \dots, n_{X,t}$ ).  $n_{X,t}$  ist die Anzahl der Realisierungen der Zufallsvariablen  $X$  zum Zeitpunkt  $t$ , d.h. die Anzahl der gemessenen Werte.

#### 3.2 Häufigkeitsverteilung (Mittelwerte, Standardabweichungen, Range und Histogramme)

Der Mittelwert  $\bar{x}_t$  der Merkmalswerte  $x_{t,k}$  wird nach der Formel:

$$\bar{x}_t = \frac{1}{n_{X,t}} \sum_{k=1}^{n_{X,t}} x_{t,k}$$

berechnet. Er dient als erwartungstreue Schätzung des Erwartungswertes  $E(X_t) = \mu_{X,t}$  der Zufallsvariablen  $X$  zum Zeitpunkt  $t$ .  $\bar{x}_t$  beschreibt die Lage des durchschnittlichen Wertes der Meßreihe  $x_{t,k}$  und dient der Orientierung über die gewonnenen Versuchsergebnisse zu jedem der beiden Zeitpunkte.

Die Standardabweichung  $s_{X,t}$  berechnet sich aus

$$s_{X,t} = \sqrt{\frac{1}{n_{X,t}-1} \sum_{k=1}^{n_{X,t}} (x_{t,k} - \bar{x}_t)^2}$$

und ist eine asymptotisch erwartungstreue Schätzung für die Streuung  $g_{X,t}$  der Variablen  $x_t$

$$g_{X,t} = \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} (x_t - \mu_{X,t})^2 f(x) dx}$$

( $f(x)$  Wahrscheinlichkeitsdichte der Verteilungsfunktion  $F(x)$  der Zufallsvariablen  $X$ ).

$s_{X,t}$  liefert einen Überblick über die Schwankung der gemessenen Einzelwerte um den Mittelwert.

Zur weiteren Beurteilung der Streuungen der Einzelwerte um den Mittelwert wird die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten auftretenden Merkmalswert der Zufallsvariablen  $X_t$  berechnet. Diese Differenz wird als Range bezeichnet.

Mittelwerte, Standardabweichungen und Range bieten einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse. Sie dienen der Entwicklung weiterer Hypothesen, die in weiteren Schritten einer genaueren Überprüfung unterzogen werden müssen.

Verschiedene wichtige Untersuchungsergebnisse werden durch Histogramme grafisch veranschaulicht. Auf der Abszisse werden dazu die Realisationen der Zufallsvariablen aufgetragen und in gleichbreite Intervalle (I) unterteilt. Alle Realisationen, deren Merkmale im Intervall  $I_1$  liegen, werden zu einem Ereignis  $A_1$  zusammengefaßt. Die Häufigkeit für das Auftreten des Ereignisses  $A_1$  wird durch ein Rechteck dargestellt, dessen Grundlinie auf der Abszisse liegt und gleich dem zum Ereignis  $A_1$  gehörenden Intervall  $I_1$  ist. Die Höhe des Rechtecks wird so bemessen, daß seine Fläche gleich der relativen Häufigkeit des Ereignisses  $A_1$  ist.

Mit dieser Straffung des Urmaterials ist ein gewisser Informationsverlust verbunden. Dafür erhält man aber ein übersichtliches Bild von der Verteilung.

### 3.3 Statistische Prüfung der aufgestellten Hypothesen

Ziel der statistischen Auswertung ist es nicht nur, die absoluten Werte der Parameter (Erwartungswerte, Streuungen) der einzelnen Variablen für einen Vergleich mit Ergebnissen der Literatur zu ermitteln, sondern insbesondere die Veränderungen der Variablen durch die beiden Behandlungsmethoden zu analysieren.

Zur Ermittlung der Veränderung der Variablen durch die Behandlung werden für jede Variable die Differenzen ihrer Mittelwerte ermittelt.

Das Ausmaß der Differenzen wird jeweils auf Signifikanz geprüft. Hierzu wird die Nullhypothese  $H_0$

$$\mu_{X,1} = \mu_{X,2}$$

aufgestellt. Dabei wird angenommen, daß den beiden Stichproben Grundgesamtheiten zugrunde liegen, deren Mittelwerte  $\mu_{X,1}$  und  $\mu_{X,2}$  gleich sind.

Die Nullhypothese wird verworfen und die Alternativhypothese

$$\mu_{X,1} \neq \mu_{X,2}$$

akzeptiert, wenn den beiden Stichproben Grundgesamtheiten zugrunde liegen, deren Mittelwerte nicht gleich sind. Die Entscheidung wird mit dem t-Test für den Vergleich zweier Mittelwerte unabhängiger Stichproben herbeigeführt. Dabei wird als Prüfgröße

$$\hat{t} = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{\frac{(n_{X,1}-1) s_{X,1}^2 + (n_{X,2}-1) s_{X,2}^2}{n_{X,1} + n_{X,2} - 2} \left[ \frac{1}{n_{X,1}} + \frac{1}{n_{X,2}} \right]}}$$

(Freiheitsgrad  $n_{X,1} + n_{X,2} - 2$ ) verwendet.

$H_0$  wird auf dem 100x%-Niveau abgelehnt, sobald die berechnete Prüfgröße  $\hat{t}$  größer dem entsprechenden Wert der t-Verteilung bei demselben Freiheitsgrad ist.

Zur Kennzeichnung der auf dem 5%-/1%-/0,1%-Niveau signifikanten Befunde wird die dreistufige Sternsymbolik benutzt:

|             |          |                |
|-------------|----------|----------------|
| ohne Symbol |          | $p > 0,05$     |
| *           | $0,05 =$ | $p > 0,01$     |
| **          | $0,01 =$ | $p > 0,001$    |
| ***         |          | $p \leq 0,001$ |

### 3.4 Fehleranalyse

Meßergebnisse sind stets mit Fehlern behaftet, die durch möglichst sorgfältige Messungen mit guten Instrumenten zwar vermindert, aber niemals ausgeschaltet werden können. Zur Analyse der Fehler wurden die Meßergebnisse bei einigen zufällig ausgewählten Patienten unabhängig von der ersten Messung nochmals nach 3 Monaten ermittelt. Um diese Messung sinnvoll miteinander vergleichen zu können, wird der Korrelationskoeffizient zwischen den beiden Meßreihen benutzt.

Der Korrelationskoeffizient  $\rho$  ist eine Maßzahl für die Straffheit des linearen Zusammenhanges zwischen zwei Meßreihen. Er ist gleich Null wenn kein linearer Zusammenhang besteht und ist gleich Eins bei einem funktionalen Zusammenhang.

Als Schätzwert für den Parameter  $\rho$  wird der Stichprobenkorrelationskoeffizient  $r$  nach folgender Formel berechnet:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^m x_i y_i - \frac{1}{m} \left( \sum_{i=1}^m x_i \right) \left( \sum_{i=1}^m y_i \right)}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^m x_i^2 - \frac{1}{m} \left( \sum_{i=1}^m x_i \right)^2 \right] \left[ \sum_{i=1}^m y_i^2 - \frac{1}{m} \left( \sum_{i=1}^m y_i \right)^2 \right]}}$$

mit

$x_i$  Werte der Ausgangsmessung

$y_i$  Werte der Kontrollmessung

$m$  Anzahl der Kontrollmessungen

Die Nullhypothese  $H_0$  ( $\rho = 0$ ), es besteht keine Korrelation, wird abgelehnt, sobald  $|r|$  einen aus statistischen Werken (SACHS, Statistische Methoden, 5. Auflage, Berlin 1983) übernommenen Grenzwerte übersteigt. Die Signifikanz wird mit der in Abschn. 3.3, S. 59, erklärten Sternchen-symbolik gezeigt.

Neben dem Korrelationskoeffizienten wird noch die Fehlervariation  $(1-r^2) \cdot 100$  berechnet. Sie ist der Prozentanteil des Fehlers an der Gesamtvariation.

In der Tabelle I ist das Ergebnis der Fehleranalyse bei 10 Patienten aufgeführt, jeweils erstellt für alle Variablen zu Beginn und zu Ende der Behandlung. Aus den Korrelationskoeffizienten läßt sich ablesen, daß die Abweichungen der Ergebnisse sehr gering oder klein sind. (Siehe Anhang, Tab. Ia und Ib)

## V. ERGEBNISSE

Die statistischen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind in den Tabellen II bis XIII im Anhang aufgeführt. Sie beinhalten die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung an 65 Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, die mit den Geräten Dehnplatte und Quad-helix behandelt wurden, sowie von 26 Patienten einer Vergleichsgruppe von Nichtspaltträgern, die keinerlei kieferorthopädische Behandlung hatten.

Die Altersverteilung und Behandlungsdauer der 65 Spaltpatienten ist, differenziert nach vorliegendem kieferorthopädischen Befund sowie nach Gerätetyp, in Abb. XI wiedergegeben.

In den Tabellen III bis XIII fällt generell auf, daß für die einzelnen Variablen teilweise eine unterschiedliche Anzahl der Patienten aufgeführt ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß infolge des unterschiedlichen Zahnbestandes teilweise nicht alle Meßpunkte aufgefunden werden konnten.

Bei der Auswertung der transversalen Diameter im oberen Zahnbogen wurde eine direkte und indirekte Meßmethode angewandt, vgl. auch S. 42 und S. 45.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Meßmethoden, die bei allen Patienten doppelt durchgeführt wurden, sind jedoch so gering, daß im folgenden nur auf die direkte Messung Bezug genommen zu werden braucht.

## 1. Anfangsbefunde der Spaltpatienten

Die Mittelwerte, Standardabweichungen und Spannweiten aller gemessenen Variablen der Behandlungsgruppe sind für den Beginn der Behandlung (A) in Tabelle III aufgeführt.

1.1 Die Werte für die Quad-helix-Gruppe sind in Tab. IIIa zu finden.

1.2 Die Werte für die Dehnplatten-Gruppe sind in Tab. IIIb zusammengestellt.

Für die Anfangswerte in beiden Behandlungsgruppen gilt, daß im oberen Zahnbogen ebenso wie im unteren Zahnbogen im anterioren Bereich kleinere transversale Diameter vorliegen als im posterioren Bereich. Dieser Unterschied ist im Oberkiefer größer als im Unterkiefer.

Die Standardabweichung für den transversalen Abstand der Tuberpunkte der rechten und linken Seite im Oberkiefer ist in beiden Gruppen relativ hoch mit einer Spannweite von 23 mm für die Quad-helix-Gruppe und 20 mm für die Dehnplattengruppe.

Der anteriore und posteriore Index in beiden Gruppen liegt über 100, woraus eine Kreuz- resp. Kopfbißstellung mehr oder minder großen Ausmaßes in beiden Gruppen beschrieben wird. Interessant ist, daß in der Quad-helix-Gruppe der Index im posterioren Seitenzahnggebiet leicht über dem Index im anterioren Segment liegt. Die Differenzen sind jedoch ausgesprochen klein.

## 2. Endbefunde der Spaltpatienten

Die Mittelwerte, Standardabweichungen und Spannweiten aller gemessenen Variablen der Behandlungsgruppe für das Ende der Behandlung (E) sind in Tabelle IV zu finden.

2.1 Die Werte für die Quad-helix-Gruppe beinhaltet  
Tab. IVa.

2.2 Die Werte für die Dehnplatten-Gruppe beinhaltet  
Tab. IVb.

Für die gemessenen Werte der transversalen Breite im oberen und unteren Zahnbogen fällt wiederum auf, daß im anterioren Segment kleinere Diameter als im posterioren Segment zu verzeichnen sind. Diese Unterschiede sind jedoch jetzt insbesondere im Oberkiefer geringer. Die Standardabweichungen sind wiederum vergleichbar. Nur im Bereich der Tuber (Oberkiefermeßpunkt T - T') fällt eine besonders hohe Spannweite von 24,8 mm auf.

Die Indexwerte sind in der Quad-helix-Gruppe beim Endbefund im anterioren Segment (anteriöres Index I) klar unter 100 (90,71). Bei der Dehnplatten-Gruppe liegt der Index direkt bei 100 (100,28), im posterioren Segment ganz schwach darüber.

## 3. Unterschiede zwischen Anfangs- resp. Endbefunden von Quad-helix- zu Dehnplatten-Gruppe

Die Mittelwerte der Anfangsbefunde der Patienten aus der Dehnplatten-Gruppe und der Patienten aus der Quad-helix-Gruppe wurden statistisch gegenübergestellt und miteinander verglichen (Tab. Va). Ebenso wurden die Endwerte beider Gruppen einander gegenübergestellt (Tab. Vb).

Ein Vergleich der Anfangswerte beider Gruppen läßt nur sehr geringe Differenzen erkennen. Die Differenzen sind mit Ausnahme der Distanz im Tuberbereich alle schwach negativ, jedoch in keinem Fall signifikant. Aus den absoluten Zahlen läßt sich nur ablesen, daß in der Gruppe Quad-helix etwas kleinere Ausgangswerte vorliegen als in der Dehnplatten-Gruppe. Diese Aussage gilt vor allem für den Oberkiefer. Die Werte für den Unterkiefer sind zwar auch schwach negativ, jedoch sehr klein in der Differenz.

Die Indexwerte sind wiederum in etwa vergleichbar. Lediglich im posterioren Index II fällt ein Unterschied von 3,9 auf, der wiederum den ausgeprägteren Kreuzbiß in der Quad-helix-Gruppe charakterisieren könnte. Auch diese Differenz ist jedoch nicht signifikant.

Bei Gegenüberstellung der Endwerte von Quad-helix- und Dehnplatten-Gruppe fallen jetzt hochsignifikante Differenzen auf. Dies betrifft vor allem den anterioren Bereich im Oberkiefer. Für den oberen Eckzahnbereich liegt der Endwert in der Quad-helix-Gruppe mit 3,7 mm mit einer Signifikanz auf dem 0,1% Niveau über dem Endwert der Dehnplatten-Gruppe. Im ersten Milchmolarenbereich ist wiederum eine Signifikanz auf dem 0,1% Niveau für den Unterschied zu erkennen, der diesmal bei 2,92 mm liegt.

Dementsprechend verhält sich der anteriore Index I und der posteriore Index II, der wiederum auf einem Signifikanzniveau von 0,1% in den beiden Gruppen differiert: Die Werte in der Quad-helix-Gruppe liegen für den Index unter den Werten der Dehnplatten-Gruppe.

#### 4. Differenzen von Anfangs- zu Endbefunden der Spaltpatienten

Die Mittelwerte der Differenzen von Anfangs- zu Endbefunden in der Quad-helix-Gruppe und in der Dehnplatten-Gruppe sind in Tabelle VI aufgestellt.

##### 4.1 Die Werte der Differenzen von Anfangs- und Endbefunden in der Quad-Helix-Gruppe beinhaltet die Tabelle VIa.

Die Gegenüberstellung von Anfangs- zu Endwerten für jede gemessene Variable in der Quad-Helix-Gruppe zeigt, daß im vorliegenden Beobachtungszeitraum eine Veränderung erzielt wurde. Diese Veränderung kann im Sinne einer Vergrößerung für alle Meßbereiche im Oberkiefer definiert werden. Diese Vergrößerungen sind signifikant.

Besonders auffällig sind die signifikanten Veränderungen ( $p < 0,001$ ) im anterioren Oberkieferbereich. Der obere Inter-eckzahnbereich vergrößert sich um 7,76 mm, der Bereich bei den ersten Milchmodaren um 5,67 mm und im zweiten Milchmodarenbereich um 4,49 mm. Die posteriore Vergrößerung ist etwas geringer, jedoch auch signifikant nur auf dem Niveau von 5%.

Für den unteren Zahnbogen ist eine ganz schwache Vergrößerung transversal zu verzeichnen infolge natürlichen Entwicklungsverhaltens, jedoch hier ohne Signifikanz.

Entsprechend der transversalen Erweiterung im Oberkiefer verändern sich die Indexwerte im anterioren Bereich um posterioren Bereich II. Die ausgeprägteste Veränderung ist wiederum im Bereich des anterioren Index I, wobei eine Verkleinerung des Wertes um -15,14 mit einer Signifikanz auf dem Niveau von 0,1% auffällt.

4.2 Die Gegenüberstellung von Anfangs- und Endwerten in der Dehnplattengruppe und ihre Differenzen sind in Tabelle VIb zu finden.

In der Dehnplatten-Gruppe zeigt sich wiederum eine Veränderung der transversalen Diameter im Oberkiefer im Sinne einer Vergrößerung. Die Differenzen sind jetzt kleiner als in der Quad-helix-Gruppe. Sie liegen für den Intereckzahn-bereich im Oberkiefer mit 2,55 mm in dieser Gruppe am höchsten und zeigen eine Signifikanz auf dem 5% Niveau. Auch die Vergrößerung im Bereich des ersten Milchmolaren mit 2,08 mm zeigt eine Signifikanz auf dem 5% Niveau.

Interessant ist die signifikante Veränderung wieder im Sinne einer Vergrößerung für den Intereckzahnbereich des Unterkiefers. Hier fällt eine Vergrößerung von 1,03 mm auf mit Signifikanz von  $0,05 \Rightarrow p > 0,01$ .

Auch für den anterioren Index fällt dementsprechend eine Veränderung auf, jetzt im Sinne einer Verkleinerung des Indexwertes um -4,69 wiederum signifikant auf dem 5% Niveau.

4.3 Differenz der Differenzen zwischen Anfangs- zu Endbefunden von Quad-helix- zu Dehnplatten-Gruppe (Tabelle VII)

Bei Gegenüberstellung der Differenzen zwischen Anfangs- und Endbefund in der Quad-helix-Gruppe mit den Differenzen zwischen Anfangs- und Endbefund in der Dehnplatten-Gruppe fallen wiederum signifikante Differenzen auf. Der Unterschied ist auf dem 0,1% Niveau signifikant im anterioren Oberkieferbereich, einmal im Eckzahnbereich, zum andern im Bereich der ersten und zweiten Milchmolaren ( $B - B'$  und  $C - C'$ ). Der Intermolarenabstand ( $D - D' = 1$ . Molar) zeigt nur eine schwache Signifikanz bezüglich der Vergrößerung auf dem 5%-Niveau. Der größte Unterschied liegt

wiederum im Intereckzahnbereich mit -5,20 mm als Unterschied zwischen der Veränderung in der Quad-helix-Gruppe zur Veränderung in der Dehnplatten-Gruppe.

Anteriorer und posteriorer Index verhalten sich dementsprechend: Der größte Unterschied liegt wiederum bei anteriorem Index I (Intereckzahnbereich) auf dem Niveau von 0,1%. Der posteriore Index II und III ist auf dem 1%-Niveau signifikant unterschieden.

Die Differenzen zwischen Anfangs- und Endbefund in der Quad-helix-Gruppe und in der Dehnplatten-Gruppe fallen in den Tabellen V und VI verschieden auf. Der Grund liegt darin, daß der Stichprobenumfang bei beiden Tabellen verschieden gewählt war.

#### 5. Differenzen zwischen uni- resp. bilateralen Gruppen

Die Differenzen zwischen uni- resp. bilateralen Gruppen sind in den Tabellen VIII und IX aufgeführt.

Die statistische Betrachtung dieser uni- und bilateralen Befunde konnte in der Gegenüberstellung nur in der Quad-helix-Gruppe durchgeführt werden, da hier die Fallzahl der Patienten ausreichend schien.

##### 5.1 Differenzen in der Quad-helix-Gruppe, uni- und bilateral (Tabelle VIIIA und b)

Die Differenzen zwischen den Mittelwerten der Anfangs- zu den Endbefunden zeigen bei allen Variablen in der Quad-helix-Gruppe bei den Patienten mit uni-lateralen Spalten signifikante Differenzen zu den Mittelwerten bei den Patienten mit bilateralen Spalten.

Die größte transversale Veränderung fällt für den Oberkiefer-Interreckzahnbereich mit 9,38 mm in der bilateralen Gruppe auf, signifikant auf dem 0,1% Niveau. Die Veränderung in der unilateralen Quad-helix-Gruppe liegt darunter, ist jedoch mit 6,94 mm ( $p < 0,001$ ) ebenfalls ausgeprägt. Ähnlich verhalten sich die Vergrößerungen im Bereich des ersten Milchmolaren. Die Veränderungen im zweiten Milchmolarenbereich sind in etwa gleich groß.

Dementsprechend verhalten sich auch die Reduzierungen der Indexwerte für den anterioren Index I mit 20,87 signifikant auf dem 0,1% Niveau und für den posterioren Index II mit -11,26 ( $p < 0,001$ ) in der bilateralen Gruppe.

In der unilateralen Gruppe ist die Verkleinerung des Index geringer, jedoch wiederum signifikant auf dem 0,1% Niveau.

## 5.2 Differenzen in der Dehnplatten-Gruppe unilateral (Tabelle IX und X)

Die Mittelwerte der Anfangs- und Endbefunde bei allen Variablen sowie ihre Differenzen in der Dehnplatten-Gruppe bei Patienten mit unilateraler Spalte zeigen wieder eine signifikante Veränderung jetzt auf dem 5% Niveau. Diese Veränderung verläuft im Sinne einer Vergrößerung für den Oberkieferreckzahnbereich und Oberkiefer-1. Milchmolarenbereich in gleicher Art um 2,51 resp. 2,16 mm.

Dementsprechend kommt es wieder zu einer Verkleinerung des Index, diesmal geringfügig mit -4,77 für den anterioren Bereich. Auf der Anhangseite mit Tabelle IX sind zur besseren Übersicht noch einmal die Werte von Tabelle VIII (bilateral Quad-helix) aufgeführt.

### 5.3 Differenz zwischen Quad-helix- und Dehnplatten-Gruppe unilateral (Tabelle X)

Die Differenzen bei Patienten mit unilateralen Spalten in der Quad-helix-Gruppe sind in Tab. X den Differenzen bei Patienten mit unilateralen Spalten der Dehnplatten-Gruppe gegenübergestellt.

Auffällig sind hier hochsignifikante Differenzen wiederum für den Oberkiefer im anterioren Bereich. Im Intereckzahn-bereich (A - A') ist der Unterschied zwischen der Veränderung in der Quad-helix-Gruppe zur Veränderung in der Dehnplatten-Gruppe mit -4,79 auf dem 0,1%-Niveau signifikant. In der Milchmolarengruppe liegt die Veränderung für den ersten Milchmolaren mit -2,84 mm ebenfalls auf dem 0,1% Niveau für die Signifikanz, für den zweiten Milchmolaren mit -2,45 mm auf dem 1%-Niveau für die Signifikanz.

Der anteriore Index I differiert mit einem Wert von 7,50 auf dem 1% Niveau.

## 6. Vergleich von Messungen bei Nichtspaltträgern mit den Befunden bei Spaltpatienten

6.1 Anfangswerte der Quad-helix- resp. Dehnplatten-Gruppe sind in der Gegenüberstellung zur Vergleichsgruppe in Tabelle XIa und b zusammengestellt.

Bei Betrachtung der Mittelwerte der Anfangsbefunde von der Quad-helix-Gruppe in Relation zu den vergleichbaren Diametern, die bei den Nichtspaltträgern (vergleichbares Alter = 5 Jahre) erhoben wurden, zeigt sich ein deutlich positiver Unterschied zu dem Oberkiefer-Intereckzahnbereich mit einer Differenz von 3,5 mm zugunsten der Vergleichsgruppe. Diese Differenz ist signifikant auf dem 0,1%-Niveau.

Besonders augenfällig ist der negative Unterschied im posterioren Unterkiefer-Bereich beim Meßpunkt des zweiten Milchmolaren ( $c - c'$ ). Hier fällt eine Differenz von  $-1,61$  mm auf, die auf dem 5% Niveau Signifikanz zeigt. Demnach ist die Quad-helix-Gruppe in diesem Bereich beim Anfangswert größer als die Vergleichsgruppe.

Deutlich ist der Unterschied für den anterioren Index I und posterioren Index II. Die Vergleichsgruppe liegt mit  $-9,9$  in der Differenz unter den Anfangswerten der Quad-helix-Gruppe für den anterioren Bereich und mit  $-7,4$  unter dem Anfangsbefund für den posterioren Bereich. Beide Unterschiede sind signifikant auf dem 0,1% Niveau.

Die Gegenüberstellung von Anfangswerten in der Dehnplatten-Gruppe mit den gemessenen Werten in der Vergleichsgruppe zeigt ähnliche Aussagen, jedoch geringer bezüglich der absoluten Differenz und Schwäche in der Signifikanz.

Im anterioren Oberkiefer-Bereich ( $A - A'$ ) fällt jetzt eine Differenz von  $1,99$  zu Gunsten der Vergleichsgruppe auf mit einer Signifikanz auf dem 5%-Niveau. Auch hier zeigt das posteriore Seitenzahnsegment im Bereich des zweiten Milchmolaren im Unterkiefer einen eindeutig negativen Unterschied zwischen Anfangswerten der Dehnplatten-Gruppe und Befunden bei der Vergleichsgruppe mit  $-2,28$  mm eine Signifikanz auf dem 1% Niveau.

#### 6.2 Endwerte der Quad-helix- sowie Dehnplatten-Gruppe gegenübergestellt der Vergleichsgruppe (Tabellen XII a und b)

Die Mittelwerte der End-Gruppe in der Quad-helix-Gruppe in Gegenüberstellung zu den Mittelwerten bei Nicht-Spaltträgern sowie an Differenzen zeigen diesmal durchgehende signifikante Unterschiede.

Die Werte in der Vergleichsgruppe liegen jedoch jetzt unter den Werten der Endbefunde bei der Quad-helix-Gruppe. Die Differenz im Interzahnbereich im Oberkiefer beträgt -4,27 ( $p < 0,001$ ) als größter Wert.

Im Unterkiefer-Bereich nimmt der Unterschied nach posterior hin zu, im Gegensatz zum Oberkiefer. Der größte Unterschied mit -2,56 liegt wieder im Bereich des ersten Milchmolaren und zwar mit einer Signifikanz auf dem 1% Niveau.

Die Gegenüberstellung der Endwerte der Dehnplatten-Gruppe zu den Mittelwerten bei Nichtspaltträgern zeigt diesmal nur für den Tuberbereich (T - T') im Oberkiefer eine signifikante Differenz (-2,99 mm, mit Signifikanz auf dem 1% Niveau).

Im Unterkiefer ist der Unterschied wieder ansteigend vom anterioren zum posterioren Seitenzahnsegment mit dem größten Wert von -3,04 ( $p < 0,001$ ) für den transversalen Abstand der zweiten Milchmolaren. Demnach sind wiederum die Werte bei den Vergleichsgruppen geringer als die bei den Spaltpatienten.

### 6.3 Anfangs- resp. Endwerte aller Spaltpatienten in Relation zu Nichtspaltträgern, Vergleichsgruppe (Tabellen XIII a und b)

Die Mittelwerte der Anfangsbefunde aller Spaltpatienten der Quad-helix- wie auch der Dehnplatten-Gruppe gemeinsam zeigen in der Gegenüberstellung zu den Werten der Vergleichsgruppe (Nichtspaltträger) folgende Aussagen:

- Der Anfangsbefund aller Spaltpatienten ist wieder unterschiedlich zu den Werten der Vergleichsgruppe.  
Im Oberkiefer zeigen sich negative Differenzen, die kleinere transversale Diameter für die Spaltpatienten charak-

terisieren. Signifikanz auf dem 0,1% Niveau fällt ausschließlich für den Oberkiefer-Interreckszahnbereich auf. Absoluter Wert -2,89 mm.

Im Unterkiefer fallen durchgehend positive Differenzen auf, jedoch geringen Ausmaßes. Die größte Differenz mit 1,87 mm betrifft den Abstand der zweiten Milchmolaren. Dieser Unterschied ist signifikant auf dem 1% Niveau.

- Bezüglich der Endwerte aller Spaltpatienten in Gegenüberstellung zu den Befunden der Vergleichsgruppe sind jetzt die Differenzen zu Ober- und Unterkiefer durchgehend positiv. Die größte Differenz fällt im Oberkiefer im Bereich des T - T' auf mit 3,42 mm auf dem 1% Niveau signifikant.

## VII. DISKUSSION

Die Entwicklungsstörung oder die Wachstumshemmung des oberen Zahnbogens führt dazu, daß eine Anzahl von Kreuzbißbefunden bei Spaltpatienten sowohl im Milchgebiß wie auch im Wechselgebiß auffallen. Die Art des Kreuzbisses kann auf mögliche Veränderungen in der Form und Größe des oberen Zahnbogens zurückgeführt werden, und die Kreuzbißbefunde können in zwei unabhängige Gruppen unterschieden werden, einmal in frontalen, zum anderen in seitlichen Kreuzbiß. In der vorliegenden Gruppe dominiert insbesondere der seitliche Kreuzbiß im Bereich der Eckzähne.

Der frontale Kreuzbiß bzw. die Retrusion der oberen Front kann unter Umständen eine anterior-posteriore und bukkale transversale Unterentwicklung für den oberen Zahnbogen darstellen (BERGLAND 1974 (6)).

Statistische Ergebnisse weisen darauf hin, daß es Unterschiede in Bezug auf die transversale Zahnbogenbreite zwischen Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und Nichtspaltträgern gibt. Die Aufgabe einer Erweiterung des oberen Zahnbogens mit kieferorthopädischen Hilfsmitteln ist es, sowohl eine orthodontische wie auch orthopädische Wirkung bei der Expansion zu erzielen, um eine harmonische Interkuspiration beider Zahnbögen sowie eine harmonische interbasale Relation zu erreichen.

Die vorliegende Studie versucht die Wirkung von langsamen, jedoch gezielt eingesetzten kieferorthopädischen Kräften gegen die Seitenzähne und gegen den Gaumen zur transversalen Expansion zu prüfen.

Als generelles Ergebnis wurde erkannt, daß eine transversale Expansion bei allen Spaltpatienten möglich war.

Die Erweiterung des oberen Intereckzahn-Abstandes konnte mit einer Dehnplatte bis zu 2,6 mm im Mittelwert erreicht werden, mit einer Quad-helix-Apparatur bis zu 7,8 mm, also ca. dreimal so viel. Die größte Erweiterung des Intermolarenabstandes im Oberkiefer mit Dehnplatte lag bei 1,5 mm, in der Quad-helix-Gruppe bei 3,7 mm. (Siehe Tabellen VI und VII).

Nach Aussage der Literatur (FOSTER und CHINN 1977 (31); DEVENISH 1982 (22)) zeigt bei den meisten Spaltpatienten der obere Zahnbogen eine posteriore Rotation, insbesondere im anterioren Bereich des Seitenzahnsegmentes. Konsequenterweise resultiert daraus ein ausgeprägterer Kreuzbiß im Eckzahnbereich als in der Molarenregion. Aus diesem Grunde sollte, so wird empfohlen, der obere Zahnbogen in der Eckzahnregion beträchtlich erweitert werden, d.h. es ist zweckmäßig, im Eckzahngebiet mehr Expansion zu erreichen als im Seitenzahnsegment.

Die erfolgreiche Dehnung in der vorliegenden Studie kann mit der Beseitigung des anterioren und posterioren Kreuzbisses im Seitenzahngebiet belegt werden. Die Ergebnisse sind im wesentlichen unterschiedlich von anderen Autoren, bei denen eine schnelle Gaumennahterweiterung bei Nichtspaltträgern durchgeführt wurde. Der korrekte Vergleich der Veränderungen, die durch Expansion zustandekommen, ist mit anderen Autoren jedoch immer ziemlich schwierig. Unterschiede der Patientenauswahl, sowohl in Bezug auf Alter als auch in Bezug auf speziellen Spaltbefund beim Ausmaß des Kreuzbisses können nicht ausgeschlossen werden, ebenso wie Unterschiede in der verwendeten Methode und der Art der Breitenmessungen.

Darüberhinaus differenzieren die Untersuchungen selbstverständlich in Bezug auf die verwendete Gerätekonstruktion

und in Bezug auf die Behandlungsdauer. Solange all diese Unterschiede vorliegen, wird jede Diskussion auf diesem Gebiet keine zufriedenstellende Information liefern.

Eine Anzahl von Autoren (KREBS 1964 (71), COTTON 1978 (13), TIMMS 1980 (120), FRANK 1982 (32)) berichten vor allem über die Veränderung, die durch transversale Expansion in der posterioren Region des oberen Zahnbogens bei Nichtspaltträgern hervorgerufen wurde.

In der vorliegenden Studie jedoch sind die Veränderungen in beiden Apparategruppen vornehmlich in der anterioren Region zu finden. Diese Information ist in Relation zur Gerätekonstruktion und zur Art der Geräteaktivierung zu diskutieren.

Die statistischen Ergebnisse der Quad-helix-Gruppe zeigen auch beträchtliche Dehnung in der posterioren Region, wohingegen bei der Plattengruppe die Dehnung hauptsächlich in der anterioren Region liegt.

Die Unterkiefer-Zahnbogenbreite ist in der vorliegenden Studie bei den Spaltpatienten erstaunlicherweise generell etwas größer als bei den Nichtspaltträgern. Der untere Zahnbogen scheint demnach der Expansion des oberen Bogens zu folgen. Diese Aussage steht in vollständiger Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen von HAAS 1961 (42) und DAVIS 1969 (18). Diese Tendenz zur Erweiterung scheint jedoch den natürlichen Veränderungen im Beobachtungszeitraum durch Wachstum zu entsprechen. Die bilateralen Spaltpatienten zeigen einen engeren oberen Zahnbogen als die unilaterale Spaltpatienten und benötigen demnach auch mehr Expansion. Diese Patienten benötigen wahrscheinlich eine größere Dehnungskraft, so daß auch eine posteriore Dehnung erreicht werden konnte.

Der Index, in dem das Ausmaß der Kompression im Oberkiefer dargestellt wird (nach HOLTGRAVE 1983 (55)), erlaubt in der vorliegenden Studie eine interessante Beobachtung. Zu Beginn der Behandlung wies dieser Index hohe Werte auf, das bedeutet, daß der obere Zahnbogen enger sein muß als der untere. Am Ende der Behandlung verkleinerten sich die Indexwerte und bewiesen somit, daß der obere Zahnbogen deutlich erweitert werden konnte und gleichzeitig eine korrekte harmonische Relation der Zahnbögen entstand. Die Indices zeigen am Ende der Behandlung, daß der Kreuzbiß sowohl im anterioren wie auch im posterioren Bereich beseitigt werden konnte. Alle anderen Index-Ergebnisse sind jedoch verhältnismäßig identisch und vergleichbar zueinander.

Eine Gegenüberstellung der gefundenen Werte in der vorliegenden Gruppe mit denen von HOLTGRAVE 1983 (55) zeigt folgende Aussage:

Für den Index I:

HOLTGRAVE 1983 (55) findet bei Spaltpatienten einen Index von 108 für die Anfangsbefunde, von 102 für die Endbefunde. Ihre Kontrollgruppe, die sie im gleichen Abstand untersucht, zeigt am Anfang der Beobachtungszeit einen Index von 100, am Ende der Beobachtungszeit einen Index von 97,3.

In der vorliegenden Studie war der Index für den Anfangsbefund bei Spaltpatienten 105,5 und entspricht demnach in etwa den Werten von HOLTGRAVE. Der Index für den Endbefund, in der vorliegenden Studie mit 94,5, liegt unter dem Wert von HOLTGRAVE für die Spaltpatienten, jedoch für die Kontrollgruppe mit 96,0 ähnelt er dem Wert bei der Kontrollgruppe von HOLTGRAVE.

Für den Index II:

Eine Gegenüberstellung der Indexwerte von HOLTGRAVE mit den Werten der vorliegenden Befunde zeigt wiederum vergleichbare Aussagen:

HOLTGRAVE findet bei Spaltpatienten für den Eingangsbefund einen Index von 105,3, für den Endbefund einen Index von 102,9. Ihre Kontrollgruppe zeigt einen Index von 101 am Anfang der Beobachtungsphase und von 98,2 am Ende der Beobachtungsphase.

Diese Werte stehen gegenüber den hier gefundenen Werte von 104,5 für den Anfangsbefund und 101,2 für den Endbefund bei Spaltpatienten. Der Wert von 101,5 konnte bei der Vergleichsgruppe bestimmt werden.

In der jüngsten kieferorthopädischen Literatur wird auch über das Rezidiv nach Dehnung im oberen Zahnbogen berichtet. SCHWARZE weist 1972 (103) darauf hin, daß eine hohe signifikante Korrelation zwischen transversaler Erweiterung und nachfolgendem Rückfall besteht. Die Index-Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen geringere Werte in den Spaltgruppen am Ende der Behandlung als bei den Nichtspaltträgern mit korrekten transversalen Relationen. Diese geringeren Werte am Ende stellen eine leichte Überdehnung durch die kieferorthopädische Behandlung unter Beweis. Diese Überdehnung ist nach TIMMS 1974 (119) ein wünschenswertes Ergebnis für Spaltpatienten. Die weiteren Veränderungen sind eine Verkleinerung der erreichten transversalen Erweiterung und müssen in einer weiteren Studie in ihrem Ausmaß und Umfang untersucht werden (Tabellen III bis V).

Die Kraftgröße, die während der Expansion mit Hilfe der Apparatur zum Einsatz kommt, spielt während der Dauer der gesamten Behandlung eine große Rolle. Die meisten Autoren geben eine kürzere Behandlungszeit in ihren Studien an, als es in der vorliegenden Studie der Fall war. Hier betrug die Dauer der Expansionsbehandlung ca. 8 Monate; mit dem Gerät Quadhelix war eine etwas geringere Zeitperiode notwendig, wäh-

rend die Dehnplatte eine etwas längere Behandlungszeit erforderte. (Abb. XI)

Kraftgröße und Kraftdauer scheinen ein wesentlicher Faktor in Bezug auf die Antwort des Weichgewebes auf die eingesetzten Dehnungskräfte zu sein und stehen in Konfrontation mit den Dehnungsbemühungen bei den Spaltpatienten in dieser Studie: Narbenzüge palatinal wie vestibulär sowie unterschiedliche Kapazität der Weichgewebe sind klinisch augenfällig.

Die langsame Expansion im oberen Zahnbogen, die in dieser Studie vorgenommen wurde, unterstützt die Ergebnisse von COTTON, der darauf hinweist, daß nur so während der Ausformung des oberen Zahnbogens und der Wiederherstellung von Harmonie der Zahnbögen eine bessere skelettale Stabilität erreicht und gleichzeitig die Integrität des Weichgewebes aufrecht erhalten werden kann. Die Verbindung zwischen der Aufrechterhaltung der Unversehrtheit des Weichgewebes und die abnehmende Größe der Spannung der das Zahngewebe umgebenden Muskulatur machen auch einige Kieferorthopäden basierend auf klinischen Beobachtungen dafür verantwortlich, daß eine geringere Rückfallneigung aus dem verlangsamten Dehnungsvorgehen resultiert (STOREY 1973 (114), COTTON 1978 (13), HICKS 1978 (54)).

KORKHAUS 1960 (69) und DERICH-SWEILER 1953 (19) und auch andere Autoren führen das Fehlen des Schmerzes bei der forcierten Oberkieferdehnung an. Alle Patienten in der vorliegenden Studie beklagten ebenfalls keinerlei Schmerzen während der gesamten Behandlung.

Eine Diskussion der gefundenen Daten bei Spaltpatienten ist erst dann ausreichend, wenn auch ein Vergleich zu Werten bei Nichtspaltträgern vorgenommen werden kann. (Tabellen XI, XII und XIII)

Die Werte für die oberen Zahnbogenbreiten der vorliegenden Vergleichsgruppe (Nichtspaltträger) sind generell größer als die Werte zu Beginn der Behandlung bei Spaltpatienten. Am Ende der Dehnungsphase liegen die Werte für die obere Zahnbogenbreite in den Spalt-Gruppen über denen der Vergleichsgruppe. Das Gleiche gilt für die Unterkieferwerte am Ende der Behandlung. Hier liegt unbeeinflusste Veränderung vor, die mit der Lage der Zunge und ihrer Wirkung erklärt werden könnte.

## VIII. SCHLUSSFOLGERUNG UND ZUSAMMENFASSUNG

Eine Langzeitstudie, basierend auf einer Untersuchung an kieferorthopädischen Modellen von 65 Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten wurde durchgeführt mit dem Ziel, Art und Ausmaß der transversalen Expansion durch zwei unterschiedliche Gerätearten zu prüfen.

Die Patienten waren zu Behandlungsbeginn im mittleren Alter von 5 Jahren. Die Gesamtgruppe der Spaltpatienten wurde in zwei Gruppen unterteilt: 46 Patienten mit unilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (26 links und 20 rechts) und 19 Patienten mit bilateraler Lippen-Kiefer-Gaumenspalte.

Alle Spaltpatienten waren bereits primär operiert worden, sowohl an Lippe, weichem Gaumen und hartem Gaumen. Eine prä-chirurgische kieferorthopädische Primärbehandlung war nicht bei allen Patienten durchgeführt worden. Die Patienten, die zur Primärbehandlung vorgestellt wurden, waren zum Teil nur kurzfristig konsequent in kieferorthopädischer Behandlung und Betreuung.

Während der Milchgebißperiode entstand bei allen Patienten ein Kreuzbiß entweder hauptsächlich im Eckzahnbereich, aber auch im Milchmolarenbereich. Eine Wachstumshemmung sowie eine Entwicklungsstörung im Oberkiefer wird dafür verantwortlich gemacht, infolge des palatinalen Narbenzuges und vestibulärer Weichteilprobleme.

Kieferorthopädische Konsequenz war die Notwendigkeit, die transversale Malokklusion nach Überstellen des Kreuzbisses zu beseitigen, um eine bessere und harmonische funktionelle Okklusion zu erreichen. Damit wird vor allem bei unilateralen Spaltpatienten die meist vorbeugende Zwangsbißführung der Mandibula ebenfalls aufgehoben.

Darüberhinaus wurde eine Kontrollgruppe, bestehend aus 26 Nichtspaltträger im Alter von 5 Jahren untersucht.

Für diese Untersuchung standen die Gipsmodelle vom Anfang und Ende der kieferorthopädischen Behandlung zur Verfügung. Sie wurden standardisiert photographiert und gemessen. Die Meßergebnisse konnten statistisch analysiert und die Gruppen untereinander verglichen werden.

In Anlehnung an die eingangs aufgestellten Fragen zur Problemstellung kann aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit nachstehende Schlußfolgerung abgeleitet werden:

1. Die im oberen Zahnbogen eingesetzten Gerätetypen konnten bei Patienten mit uni- und bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten die anteriore und posteriore Zahnbogenbreite im Oberkiefer signifikant im Sinne einer Vergrößerung verändern.

Die Veränderung mit einer Dehnplatte ist generell kleiner als die Veränderung mit der festsitzenden Quad-helix-Apparatur.

Die größte Veränderung fällt in der Quad-helix-Gruppe mit einer Zunahme der Intereckzahnbreite um  $\bar{x} = 7,76$  mm auf, mit einer Signifikanz von 0,1%. Die größte Veränderung in der Dehnplatten-Gruppe liegt ebenfalls im Eckzahnbereich bei  $\bar{x} = 2,55$  mm mit einer Signifikanz auf dem 5% Niveau.

2. Der Vergleich der Veränderungen in der Quad-helix-Gruppe sowie den Veränderungen in der Dehnplatten-Gruppe zeigt für den oberen Zahnbogen, daß eine ausgeprägte Vergrößerung in der Quad-helix-Gruppe in allen Bereichen möglich ist. Der Unterschied dieser transversalen Erweiterung

fällt wieder besonders für den Eckzahnbereich auf. Hier unterscheiden sich die Differenzen von Quad-helix Gruppe zur Dehnplatten-Gruppe mit  $\bar{x} = -5,2 \text{ mm}$  ( $p < 0,001$ ).

Im Unterkiefer ist eine wohl wachstums- und entwicklungsbedingte leichte Zunahme in beiden Gruppen zu verzeichnen, die nicht signifikant unterschieden ist. In der Tendenz jedoch zeigt sich, daß im unteren zweiten Milchmolarenbereich die Vergrößerung in der Dehnplatten-Gruppe größer ist als in der Quad-helix-Gruppe.

Sowohl die Quad-helix-Apparatur wie auch die Dehnplatte sind in der Lage, den Kreuzbiß- und die Kopfbißstellungen zu beseitigen, wie aus der entsprechenden Veränderung von anteriorem und posterioren Index abgeleitet werden kann.

Bei differenzierter Betrachtung der Patienten mit unilateraler und bilateraler Lippen-Kiefer-Gaumenspalte wird augenfällig, daß insbesondere in der Quad-helix-Gruppe bei den bilateralen Spalten die Veränderung größer ist als bei den unilateralen Spalten.

Eine Gegenüberstellung der Veränderungen, die durch Quad-helix in der unilateralen Gruppe erreicht wurden mit den Veränderungen, die mit der Dehnplatte bei unilateralen Spalten erzielt wurden, zeigt, daß die Veränderung durch die Quad-helix-Apparatur signifikant in Größe und Umfang über der liegen, die mit Dehnplatte zustande kamen.

3. Eine Gegenüberstellung der gefundenen Werte zu vergleichbaren Messungen, die bei Nichtspaltträgern gleichen Alters vorgenommen wurde, läßt für die Anfangswerte aller Spaltpatienten kleinere Werte bezüglich der oberen Zahnbogenbreite und für die Endwerte größere Werte erkennen.

Besonders interessant sind die Änderungen im unteren Zahnbogen, der nicht behandelt wurde. Diese wachstumsbedingten Veränderungen bringen in der Spaltgruppe für alle Endbefunde größere transversale Werte in Relation zu den vergleichbaren Werten bei Nichtspaltträgern.

4. Ein Vergleich der gefundenen Ergebnisse mit denen anderer Autoren zeigt, daß die Veränderung, die durch Quad-helix und durch Dehnplatte in der vorliegenden Arbeit beobachtet werden konnte, in Ausmaß und Umfang in der Quad-helix-Gruppe höher liegen: Der Intereckzahnbereich, z.B., wird hier mit Quad-helix um  $\bar{x} = 7,75$  mm erweitert, bei BELL (4) um  $\bar{x} = 4,1$  mm, bei BERLOCHER (8) um  $\bar{x} = 3,9$  mm, bei GREENBAUM (41) um  $\bar{x} = 4,6$  mm, um nur einige aufzuführen.

Alle hier getroffenen Aussagen bezüglich der gerätebedingten Veränderungen bei Spaltpatienten müssen auch in Relation zur entsprechenden Gerätekonstruktion und der hierbei notwendigen Aktivierungsart der entsprechenden Geräte gesehen werden.

Die Quad-helix-Apparatur benötigte einen kürzeren Behandlungszeitraum als die Dehnungsplatte, obwohl das Dehnungsausmaß größer war.

Beiderlei Geräte können als kieferorthopädische Behandlungsmittel erfolgreich angewandt werden.

## VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. ANGELL, E.H.: Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth.  
Dental Cosmos, 1 (1860)
2. ANGLE, E.H.: Classification of occlusion.  
Dental Cosmos 41, 248-264 (1899)
3. ASCHER, F.: Praktische Kieferorthopädie.  
Verlag Urban & Schwarzenberg,  
München-Berlin-Wien 1968
4. BELL, R.A., E.J. Le COMPTE: The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during deciduous and mixed dentitions.  
Amer.J.Orthodont. 79, 152-161 (1981)
5. BELL, R.A.: A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age.  
Amer.J.Orthodont. 81, 32-37 (1982)
6. BERGLAND, O., S.S. SIDHU: Occlusal changes from the deciduous to the early mixed dentition in unilateral complete clefts.  
Cleft Palat J. 11, 317-326 (1974)
7. BERGLAND, O., E. DAHL, B. THILANDER: Congenital orofacial clefts.  
In: THILANDER, B., O. RÖNNING (Ed.): Introduction to orthodontics.  
Tnadlärarförlaget, Stockholm 1985, S. 275-290
8. BERLOCHER, W.C., B.H. MUELLER, N. TINANOFF: The effect of maxillary palatal expansion on the primary dental arch circumference.  
Pediatric Dent. 2, 27-30 (1980)
9. CHACONAS, S.J., J. Alfredo de ALBA y LEVY: Orthopedic and orthodontic applications of the quad-helix appliance.  
Amer.J.Orthodont. 72, 422-428 (1977)
10. CHATEAU, M. : Die Ultra-Rapid Gaumennahterweiterung nach Chateau.  
In: STOCKFISCH, H. (Ed.): Rationelle Kieferorthopädie Band II,  
Quintessenz Verlags-GmbH., Berlin 1985, S. 477
11. CLEALL, J.F., D.I. BAYNE, J.M. POSEN, J.D. SUBTELNY: Expansion of the mid-palatal suture in the monkey.  
Angle Orthodont. 35, 23-35 (1965)
12. COERDT, I.: Derzeitiger Stand der Behandlung der Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.  
Münch.Med.Wschr. 116, 24, 1207 (1974)

13. COTTON, L.A.: Slow maxillary expansion: Skeletal versus dental response of low magnitude force in *Macaca mulatta*. *Amer.J.Orthodont.* 73, 1-23 (1978)
14. DAHL, E.: Transverse maxillary growth in combined cleft lip and palate: A longitudinal roentgen-cephalometric study by the implant method. *Cleft Palate J.* 16, 34-41 (1979)
15. DAHL, E.: Craniofacial morphology in congenital clefts of the lip and palate: An X-ray cephalometric study of the young adult males. *Acta Odontol. Scand.* 28: Supp. 57, 1970
16. DAHL, E., B. HANUSARDÖTTIR: Prevalence of malocclusion in the primary and early mixed dentition in Danish children with complete cleft lip and palate. *Europ.Orthodont.Soc.* 81-88 (1979)
17. DAHL, E., S. KREIBORG, B.L. JENSEN, P. FOGH-ANDERSEN: Comparison of craniofacial morphology in infants with complete cleft lip and infants with isolated cleft palate. *Cleft Palate J.* 19, 258-266 (1982)
18. DAVIS, W.M., J.H. KRONMAN: Anatomical changes induced by splitting of the mid-palatal suture. *Angle Orthodont.* 39, 126-132 (1969)
19. DERICHWEILER, H.: Die Gaumennahtsprengung. *Fortschr. Kieferorthop.* 14, 5-23 (1953)
20. DERICHWEILER, H.: Betrachtungen über Wachstumshemmungen und deren prognostische Bedeutung bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. *Fortschr. Kieferorthop.* 20, 239-255 (1959)
21. DERICHWEILER, H.: Early orthodontic treatment of cleft palate patients as related to the prevention of jaw anomalies. In: HOTZ, R. (Ed.): *Early Treatment of Cleft Lip and Palate*. Verlag Hans Huber, Bern 1964, pp. 132-138
22. DEVENISH, E.A., T.D. FOSTER, D. CHINN: An improved method of differential rapid maxillary expansion in cleft palate. *Brit.J.Orthodont.* 9, 129-131 (1982)
23. DIXON, D.A.: Abnormalities of the teeth and supporting structures in children with clefts of lip and palate. In: M. DRILLIEN, M., T.T.S. INGRAM and E.M. WILKINSON (Eds.): *The Causes and Natural History of Cleft Lip and Palate*. Livingstone, Edinburgh-London 1966, pp. 178-183

24. DOWNS, W.B. Analysis of the dentofacial profile.  
Angle Orthodont. 26, 191-211 (1956)
25. ESCHLER, J., D. FRIEDL: Kieferorthopädische Behandlung bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Lieferung 18, Beitrag 6, 1981
26. FLOCK, V.S., W. JANSEN, M. ROBERTZ, G. SCHMUTH. Überprüfung abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlungsfälle unter besonderer Berücksichtigung der Zahnbogenvermessung.  
Dtsch.zahnärztl.Z. 16, 48-56 (1961)
27. FOGH-ANDERSEN, P.: Inheritance of harelip and cleft palate.  
Nyt Nordisk Forlag, Arnold Busck, Copenhagen 1942
28. FOGH-ANDERSEN, P., E. DAHL: Surgical and orthodontic treatment of cleft lip and palate in Denmark.  
In: HOTZ, R. (Ed.): Early Treatment of Cleft Lip and Palate.  
Verlag Hans Huber, Bern 1964, pp. 101-110
29. FOGH-ANDERSEN, P.: Genetic and non-genetic factors in the etiology of facial clefts.  
Scand.J.Plast.Reconstr.Surg. 1, 22-29 (1967)
30. FOSTER, T.S.: Maxillary deformities in repaired clefts of the lip and palate.  
Brit.J.Plast.Surg. 15, 182-190 (1962)
31. FOSTER, T.D., D. CHINN: Differential rapid maxillary expansion in cleft palate.  
Brit.J.Orthodont. 4, 139-141 (1977)
32. FRANK, S.W., G.A. ENGEL: The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients.  
Amer.J.Orthodont. 81, 378-389 (1982)
33. FRIED, K.H.: Palate-Tongue relativity.  
Angle Orthodont. 41, 308-323 (1971)
34. FRIEDE, H., B. LENNARTSSON: Forward traction of the maxilla in cleft lip and palate patients.  
Europ.Orthodont.Soc. 3, 21-39 (1981)
35. GABRIEL, W.D.: Apparatur zur transversalen und sagittalen Ausformung des Zahnbogens bei doppelseitiger Lippen-Kiefer-Gaumenspalte.  
Fortschr.Kieferorthop. 41, 151-158 (1980)

36. GNOINSKI, W.: Third International Symposium on the Early Treatment of cleft lip and palate.  
Zürich 1984.  
Schweiz.Mschr. Zahnmed. 95, 5 (1985)
37. GRABER, T.M.: Orthodontics. Principles and Practice.  
W.B. Saunders Company, Philadelphia-London-Toronto, 3rd Edition, 1972
38. GRAF, H., U. EHMER: Das Rezidiv der transversalen Erweiterung bei Kompressionen mit frontalem Engstand.  
Fortschr.Kieferorthop. 31, 175-186 (1970)
39. GRAF-PINTHUS, B., M. BETTEX: Maxillary segmental stability in cleft lip and palate subjects.  
Cleft Palate J. 7, 54-58 (1970)
40. GRAF-PINTHUS, B., M. BETTEX: Long-term observation following presurgical orthopedic treatment in complete clefts of the lip and palate.  
Cleft Palate J. 11, 253-260 (1974)
41. GREENBAUM, K.R., B.U. ZACHRISSON. Die Auswirkungen der palatinalen Expansionstherapie auf die paradontalen Stützgewebe.  
Inf. aus Orthodont. u. Kieferorthop. 2, 149-166 (1983)
42. HAAS, A.: Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture.  
Angle Orthodont. 31, 73-90 (1961)
43. HAAS, A.J.: Palatal expansion: Just the beginning of dento-facial orthopedics.  
Amer.J.Orthodont. 57, 219-255 (1970)
44. HARBERSON, V.A., D.R. MYERS: Midpalatal suture opening during functional posterior cross-bite correction.  
Amer.J.Orthodont. 74, 310-313 (1978)
45. HAGERTY, R.F., E.B. ANDREWS, M.J. HILL, C.E. CALCOTE, S.H. KARESH, J.M. LIFSHIZ, D.R. SWINDLER: Dental arch collapse in cleft palate.  
Angle Orthodont. 34, 25-36 (1964)
46. HAUSER, E.: Schädelaufbau bei anatomisch korrekter Okklusion.  
Fortschr.Kieferorthop. 17, 175-185 (1956)
47. HÖSL, E.: Frühe kieferorthopädische Behandlung der durchgehenden LKG-Spalten.  
Münch.Med.Wschr. 116, 1209 (1974)

48. HEINER, H., D. SCHUMANN, U. ERLER, P. KARL: Kontrolle der Lippenplastik 18 Jahre nach modifizierter Le Mesurier-Technik.  
3. Internationales Symposium Hamburg/Pfeifer, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1982, S. 129-134
49. HELLQUIST, R., B. SVÄRDSTRÖM, . PONTEN: Gesichtswachstum und Okklusion bei Patienten mit bilateralen Spalten nach Kieferspaltoperationen im Säuglingsalter: Eine Längsschnittuntersuchung vom Säuglingsalter bis zum Alter von 14 Jahren.  
3. Internationales Symposium Hamburg/Pfeifer, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1982, S. 129-134
50. HERBST, E.: Der heutige Stand der zahnärztlichen Orthopädie im Dienste der Krüppelfürsorge.  
Zahnärztl. Mitt. Bd. XXI, Nr. 21, S. 550-552 (1930)
51. HERBST, E.: Erfahrungen mit dem Lingualbogen.  
Zahnärztl. Rdsch. Bd. XL, Nr. 31, S. 1374-1375 (1931)
52. HERMANSON, H., J. KUROL, A. RÖNNERMAN: Treatment of unilateral posterior cross-bite with quad-helix and removable plates: A retrospective study.  
Europ.Orthodont.Soc. 7, 97-102 (1985)
53. HERSHEY, H.G., B.L. STEWART, D.W. WARREN: Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion.  
Amer.J.Orthodont. 69, 274-284 (1976)
54. HICKS, E.P.: Slow maxillary expansion: A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force.  
Amer.J.Orthodont. 73, 121-141 (1978)
55. HOLTGRAVE, E.A.: Klinische und tierexperimentelle Untersuchungen über die Bedeutung der Osteoplastik für die kieferorthopädische Behandlung von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Habilitationsschrift Bonn, Quintessenz Verlags-GmbH., Berlin 1983
56. HUDDART, A.G., D. Orth et al.: A rapid method of measuring the palatal surface area of cleft palate infants.  
Cleft Palate J. 15, 44-48 (1978)
57. HURME, V.O.: The human dentition in forensic medicine: Symposium.  
J.Forensic Sci. 2, 377-388 (1957)
58. ISAACSON, R.J., T.D. MURPHY: Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients.  
Angle Orthodont. 34, 143-154 (1964)

59. ISAACSON, R.J., A.H. INGRAM: Forces produced by rapid maxillary expansion. II. Forces present during treatment.  
Angle Orthodont. 34, 261 (1964)
60. JANSON, I.: Expansion im oberen Zahnbogen bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Vortrag gehalten anläßl. der Wiss. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie Mainz 31.5.1985
61. JANSON, M., A. HOFFMANN u. I. JANSON: Mundhygiene.  
Dtsch.Zahnärztl.Z. 33, 880-888 (1978)
62. JONSSON, G.: Maxillary growth after cleft palate surgery: A clinical and experimental study.  
Thesis, University of Umea, 1979
63. KANTOROWICZ, A.: Vereinfachung und Erweiterung der Pont'schen Tabelle.  
Fortschr.Kieferorthop. 18, 101-104 (1957)
64. KLING, A.: Evaluation of results with references to the bite.  
In: R. HOTZ (Ed.), Early Treatment of Cleft Lip and Palate.  
Verlag Hans Huber, Bern 1964, pp. 193-197
65. KOCH, J.: Zur Nomenklatur der Lippen-Kiefer-Gaumensegel-spalten.  
Dtsch.Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 52, 186 (1969)
66. KORKHAUS, G.: Die Kiefererweiterung - Möglichkeiten und Grenzen.  
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, Heft 7, Verlag C. Hanser, München 1952
67. KORKHAUS, G.: Discussion of report: A review of orthodontic research (1946-1950).  
Int.Dent.J. 3, 356 (1953)
68. KORKHAUS, G.: In seminar with post-graduate students in orthodontics.  
At University of Illinois: October 1956
69. KORKHAUS, G.: Present orthodontic thought in Germany-  
Jaw widening with active appliances in cases of mouth breathing.  
Amer.J.Orthodont. 46, 187-206 (1960)
70. KREBS, A.A.: Expansion of the midpalatal suture studied by means of metallic implants.  
Acta Odontol.Scand. 17, 491 (1959)

71. KREBS, A.A.: Midpalatal suture expansion sutdied by implant method over a seven-year period.  
Europ.Orthodont.Soc.Rep. 40, 131-142 (1964)
72. KRIENS, O.B.: Fundamental Anatomic Findings for an Intra-velar Veloplasty,  
The Cleft Palat J., 7, 1 (1970)
73. LANDE, H.: Size and position of the maxilla in Norwegian boys with complete clefts of lip and palate.  
Thesis, Univ. of Bergen/Norway, 1970
74. LEIGHTON, B.C.: The early signs of malocclusion.  
Europ.Orthodont.Soc. 1969, S. 353-368
75. LINDER, H.: Biometrische Untersuchung des Normalgebisses in verschiedenen Lebensaltern. Intermaxilläre und dentofaziale Beziehungen.  
Fortschr.Orthodontik 1, 22-31, 211-231, 559-579 (1931)
76. LYSELL, L., N. MYRBERG: Postnatal bettutveckling.  
In: A. LUNDSTRÖM (Ed.): Nordisk Lärbok I Orthodonti.  
Sveriges Zandläkorförbunds Förlagsförenig upa, Stockholm 1975, S. 111-135
77. MELSEN, B.: A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children.  
Trans.Europ.Orthodont.Soc. 499-507 (1972)
78. MOORREES, C.F.A.: Dentition of the growing child: A longitudinal study of dental development between 3 and 18 years of age.  
Harvard University Press, Cambridge-Boston/Mass. 1959
79. MOYERS, R.E., F.G.P.M. VAN DER LINDEN, M.L. RIOLA, J.C. McNAMARA: Standards of Human Occlusal Development.  
Copyright by the Center for Human Growth and Development, Univ. of Michigan, 1976
80. OHSHIMA, O.: Effects of lateral expansion force on the maxillary structure in the cynomolgus monkey.  
J.Osaka Dent.Univ. 6, 11-50 (1972)
81. PPFEIFER, G., W. PIRSIG, J. WULFF, H. WULFF: Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, chirurgische, ontologische und sprachliche Behandlung.  
Ernst Reinhardt Verlag GmbH. & Co., München 1981

82. PONT, A.: Der Zahnindex in der Orthodontie.  
Z.Zahnärztl.Orthop. 3, 7, 306-321 (1909)
83. PONT, A.: Beitrag zum Studium der Behandlung der  
Atresie der Kiefer.  
Z.Zahnärztl.Orthop. 2, 1, 7-15 (1908)
84. PRUZANSKY, S., H. ADUSS: Prevalence of arch collapse and  
malocclusion in complete unilateral cleft  
lip and palate.  
Europ.Orthodont.Soc. 43, 365-382 (1967)
85. PRUZANSKY, S.: Factors determining arch form in clefts of  
the lip and palate.  
Amer.J.Orthodont. 41, 827-851 (1955)
86. RAKOSI, T., I. JONAS und R. BURGERT: Vereinfachte Anfertigung  
von Gaumennaht-Sprengungsplatten.  
Fortschr. Kieferorthop. 44, 71-74 (1983)
87. RAKOSI, T.: Funktionelle Therapie in der Kieferorthopädie.  
Hanser-Verlag, München-Wien 1985
88. REITAN, K. Effect to force magnitude and direction of tooth  
movement on different alveolar bone types.  
Angle Orthodont. 34, 244-255 (1964)
89. RICKETTS, R.M.: Present status of knowledge concerning the  
cleft palate child.  
Angle Orthodont. 26, 10 (1956)
90. RICKETTS, R.M., R.W. BENSCH, C.F. GUNGINO, J.J. HILGERS,  
R.J. SCHULHOF: Bioprogressive therapy.  
Rocky Mt. Orthodont. 1, 255-259 (1979)
91. ROSENSTEIN, S.W.: Orthodontic and bone grafting procedures  
in a cleft lip and palate series: An interim  
cephalometric evaluation.  
Angle Orthodont. 45, 227-237 (1975)
92. ROSENTHAL, W., I. FLATH: Wandlungen in der Versorgung der  
kongenitalen Lippen-, Kiefer-Gaumenspalten.  
Dtsch.Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 49, 199-205 (1967)
93. RYGH, P., I. SIRIWAN: Craniofacial morphology in six-year-  
old Norwegian boys with complete cleft of  
lip and palate.  
Swed.Dent.J. Supp. 15 (1982)
94. RYGH, P., R. TINDLUND: Orthopedic expansion and protraction  
of the maxilla in cleft palate patients.  
A new treatment rationale.  
Cleft Palate J. 19, 104-112 (1982)

95. SCHILLI, W. und F. HÄRLE: Ein Zeitplan zur Behandlung der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Z.Allg.Med. 51, 1312-1318 (1975)
96. SCHLEGEL, D.: Beitrag zur Rehabilitation von Kranken mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Med.Mschr. 14, 156 (1960)
97. SCHMUTH, G.P.F.: Kieferorthopädie.  
G. Thieme Verlag, Stuttgart 1973
98. SCHRÖDER, U., I. SCHRÖDER: Early treatment of unilateral posterior cross-bite in children with bilaterally contracted maxillae.  
Europ.Orthodont.Soc. , 65-69 (1984)
99. SCHÜLE, H., D. KAHRE: Elektromyographische Untersuchungen zur Muskelentwicklung nach Lippenspaltenoperationen.  
Fortschr.d.Kiefer-u.Ges.Chirurgie, Thieme, Stuttgart 1973, S. 59
100. SCHULZE, Chr.: Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.  
Humangenetik Bd. II.  
Thieme Verlag, Stuttgart 1964, S. 440-460
101. SCHULZE, C.: Lehrbuch der Kieferorthopädie Bd. III,  
Quintessenz Verlags-GmbH., Berlin 1982
102. SCHWARZ, A.M.: Lehrgang der Gebißregelung.  
• Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien-Innsbruck  
1956, S. 4-138
103. SCHWARZ, C.W.: Expansion and relapse in long follow-up studies.  
Europ.Orthodont.Soc. 263-274 (1972)
104. SILLMANN, J.H.: Serial study of good occlusion from birth to 12 years of age.  
Amer.J.Orthodont. 37, 481-502 (1951)
105. SIMON, P.W.: Die bandlose Faltapparat. Beschreibung einer neuen kieferorthopädischen Apparat. nebst Kritik an den Plattenbehelfen, besonders der sogenannten "Funktionskieferorthopädie".  
Zahnärztl. Welt, Konstanz 1947
106. SINGER, H., I. JANSON: Kieferorthopädische und chirurgische Frühbehandlung bei Spaltpatienten.  
3. Int. Symposium Hamburg 1979, hrsg. v. Gerhard PFEIFFER, Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York 1982, S. 151-153

107. SKIELLER, V.: Expansion of the midpalatal suture by removable plates, analysed by the implant method. Trans.Europ.Orthodont.Soc. 143-157 (1964)
108. STARNBACH, H., D. BAYNE, J. CLEALL, J.D. SUBTELNY: Facio-skeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. Angle Orthodont. 36, 152-164 (1966)
109. STEINHÄUSER, E., R. KERSTEN: Organisation und Tätigkeit eines Cleftpalate-Teams in den USA. Fortschr.d.Kiefer-u.Ges.Chirurgie, Thieme, Stuttgart 1973, S. 187
110. STOCKFISCH, H.: Rapid expansion of the maxilla-success and relapse. Europ.Orthodont.Soc. 469-481 (1969)
111. STOCKFISCH, H.: Rationelle Kieferorthopädie, Band II. Die Gaumenerweiterung. Quintessenz Verlags-GmbH., Berlin 1985, S. 452-484
112. STÖCKLI, P.W.: Kieferorthopädische Therapie mittels abnehmbarer und festsitzender Apparatur - eine Standortbestimmung. Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 85, 309 (1975)
113. STOREY, E.: Bone changes associated with tooth movement: A histological study of the effect of force in rabbit, guinea pig and rat. Aust.Dent.J. 59, 147 (1955)
114. STOREY, E.: Tissue response to the movement of bones. Amer.J.Orthodont. 63, 229-247 (1973)
115. SUGIYAMA, R.M.: Craniofacial changes resulting from expansion of the midpalatal suture in the Mucaca mulatta monkey as revealed by roentgenographic analysis. M.S. Thesis, Loma Linda University 1968
116. TEUSCHER, U. und H.F. SAILER: Die Stabilität von Le Fort I-Osteotomien in retromaxillären Kl. III-Fällen. Inform.Orthod. u. Kieferorthop. 3 (1983)
117. THILANDER, B., S. WAHLUND, B. LENNARTSSON: The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. Europ.Orthodont.Soc. 25-34 (1984)
118. THÜRNE, H.: Expansion of maxilla: Spreading the midpalatal suture; measuring the widening of the apical base and nasal cavity on serial roentgenograms. Amer.J.Orthodont. 48, 626 (1960)

119. TIMMS, D.J.: Treatment of collapse in cleft palates by rapid expansion and bone grafting.  
Europ.Orthodont.Soc. 119-121 (1974)
120. TIMMS, D.J.: A study of basal movement with rapid maxillary expansion.  
Amer.J.Orthodont. 77, 500-507 (1980)
121. TOWNEND, R.J.: Technique of rapid expansion in patients with cleft lip and palate.  
Brit.J.Orthodont. 7, 65-67 (1980)
122. TRAUNER, R.: Über praktische Behandlungsmethoden in der Kieferorthopädie.  
Fortschr.Kieferorthop. 32, 17-24 (1971)
123. VAN DER LINDEN, F.P.G.M.: Gebißentwicklung.  
Quintessenz Verlags-GmbH., Berlin 1983
124. VOLKMER, J.: Vergleichbare Untersuchung von Spätergebnissen 16 und mehr Jahre nach der Kieferspaltenversorgung ohne und mit primärer Osteoplastik bei einseitigen totalen Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.  
Med. Diss., Hamburg 1982
125. WALTERS, R.D.: Dimensional changes induced by forced separation of the midpalatal suture of the Mucaca mulatta monkey.  
M.S. Thesis, Loma Linda University, 1967

## A n h a n g

zur wissenschaftlichen Studie über:  
Transversale Expansion des oberen Zahnbogens im Milch-  
und frühen Wechselgebiß - Modellstudie

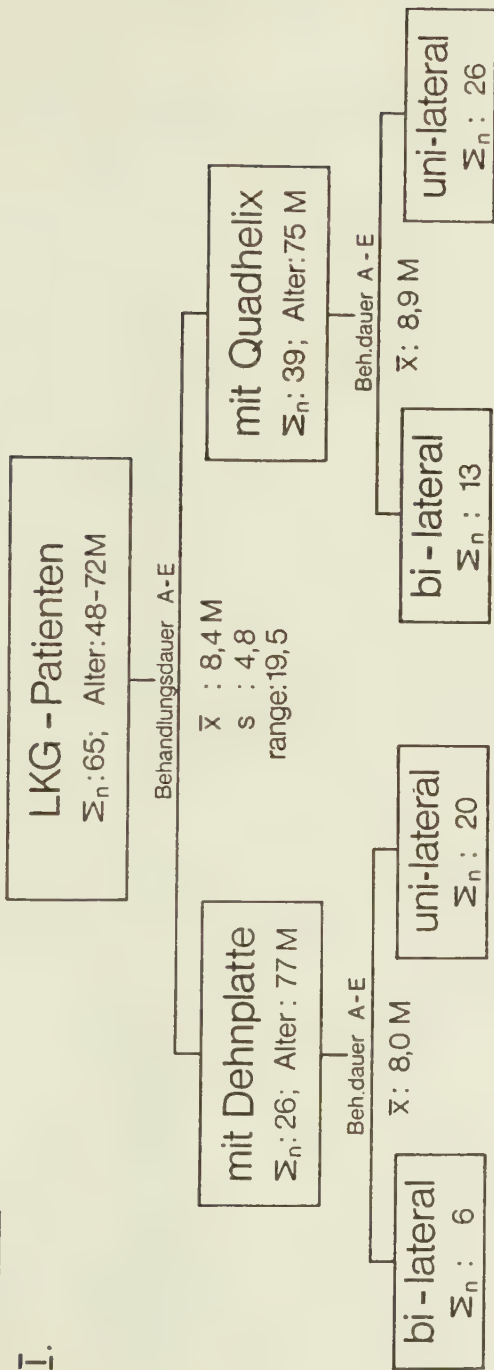
von  
Peter Loh

Tabellen 1 und 2 in Kapitel II. 1.,  
I bis IV in Kapitel IV. 1.,  
V bis X in Kapitel IV. 2. eingefügt  
sowie  
Abbildungen 1 bis 8 in Kapitel II. 1.

München  
1985

Abb. XI: Schema zur Darstellung der Patientenzahlen bezogen auf die jeweilige Apparatur und die Behandlungsdauer

## I.



## II.



Tab. Ia: Fehleranalyse am Beginn der Behandlung

FEHLERANALYSE

Werte am Beginn der Behandlung

| Variable       | Anzahl der<br>Kontrollwerte | Korrelations-<br>koeffizient | Fehler-<br>variation |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------|
| A - MS         | 9                           | .9997                        | .05                  |
| A' - MS        | 9                           | .9997                        | .06                  |
| B - MS         | 9                           | .9995                        | .10                  |
| B' - MS        | 9                           | .9997                        | .06                  |
| C - MS         | 9                           | .9995                        | .11                  |
| C' - MS        | 9                           | .9990                        | .20                  |
| D - MS         | 6                           | .9997                        | .06                  |
| D' - MS        | 6                           | .9989                        | .21                  |
| OK direkt A-A' | 9                           | .9999                        | .03                  |
| OK direkt B-B' | 9                           | .9996                        | .08                  |
| OK direkt C-C' | 9                           | .9995                        | .07                  |
| OK direkt D-D' | 6                           | .9996                        | .08                  |
| a - a'         | 9                           | .9986                        | .28                  |
| b - b'         | 9                           | .9993                        | .17                  |
| c - c'         | 9                           | .9991                        | .17                  |
| d - d'         | 7                           | .9616                        | 7.50                 |
| T - T'         | 9                           | .9979                        | .02                  |
| Ant.index I    | 9                           | .9966                        | .67                  |
| Post.index II  | 9                           | .9988                        | .24                  |
| Post.index III | 6                           | .9558                        | 8.64                 |

Tab. Ib: Fehleranalyse am Ende der Behandlung

FEHLERANALYSE

Werte am Ende der Behandlung

| Variable       | Anzahl der<br>Kontrollwerte | Korrelations-<br>koeffizient | Fehler-<br>variation |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------|
| A - MS         | 11                          | .9994                        | .11                  |
| A' - MS        | 11                          | .9998                        | .04                  |
| B - MS         | 11                          | .9992                        | .17                  |
| B' - MS        | 11                          | .9987                        | .25                  |
| C - MS         | 11                          | .9991                        | .18                  |
| C' - MS        | 10                          | .9992                        | .16                  |
| D - MS         | 7                           | .9994                        | .12                  |
| D' - MS        | 7                           | .9983                        | .33                  |
| OK direkt A-A' | 11                          | .9996                        | .07                  |
| OK direkt B-B' | 11                          | .9987                        | .26                  |
| OK direkt C-C' | 10                          | .9993                        | .14                  |
| OK direkt D-D' | 7                           | .9995                        | .09                  |
| a - a'         | 11                          | .9987                        | .27                  |
| b - b'         | 11                          | .9984                        | .32                  |
| c - c'         | 11                          | .9995                        | .09                  |
| d - d'         | 7                           | .9995                        | .11                  |
| T - T'         | 11                          | .9946                        | 1.08                 |
| Ant.index I    | 11                          | .9976                        | .47                  |
| Post.index II  | 10                          | .9988                        | .25                  |
| Post.index III | 7                           | .9960                        | .80                  |

Tab. II. Gegenüberstellung von indirekter und direkter Messung (siehe S. 42 und 45) für die Messung im OK-Interzahnbereich

| OK<br>Variable | Spaltpatienten |     | n = 65 |
|----------------|----------------|-----|--------|
|                | $\bar{x}$      | s   | range  |
| A - MS         | 13,1           | 3,0 | 12,8   |
| A' - MS        | 13,2           | 3,3 | 12,7   |
| indir. A - A'  | 26,3           | 3,8 | 15,9   |
| direkt. A - A' | 26,4           | 3,8 | 16,0   |

Tab. III : Mittelwerte, Standardabweichungen und Spannweiten aller gemessenen Variablen der Behandlungsgruppe (Quad-helix u. Dehnplatte) zu Beginn der Behandlung

a) Quad-helix

b) Dehnplatte

| Variable           | Anzahl<br>der<br>Pat. | Mittel-<br>wert<br>QA | Standard-<br>ab-<br>weichung | Spann-<br>weite | Variable           | Anzahl<br>der<br>Pat. | Mittel-<br>wert<br>DA | Standard-<br>ab-<br>weichung | Spann-<br>weite |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|
| OK A-A'            | 39                    | 25,77                 | 3,60                         | 14,80           | OK A-A'            | 26                    | 27,28                 | 4,00                         | 14,30           |
| OK B-B'            | 39                    | 30,95                 | 3,58                         | 14,10           | OK B-B'            | 26                    | 31,62                 | 3,29                         | 13,30           |
| OK C-C'            | 39                    | 36,98                 | 4,27                         | 18,00           | OK C-C'            | 24                    | 38,12                 | 4,24                         | 15,30           |
| OK D-D'            | 12                    | 43,91                 | 3,37                         | 10,10           | OK D-D'            | 9                     | 45,50                 | 3,62                         | 11,90           |
| T-T'               | 39                    | 39,70                 | 4,69                         | 23,00           | T-T'               | 26                    | 39,58                 | 5,00                         | 20,00           |
| UK a-a'            | 39                    | 24,21                 | 1,79                         | 7,60            | UK a-a'            | 26                    | 24,47                 | 1,85                         | 6,50            |
| UK b-b'            | 39                    | 32,45                 | 2,22                         | 9,30            | UK b-b'            | 26                    | 33,00                 | 1,94                         | 8,10            |
| UK c-c'            | 38                    | 39,97                 | 2,36                         | 10,20           | UK c-c'            | 25                    | 40,64                 | 2,34                         | 8,50            |
| UK d-d'            | 12                    | 46,88                 | 2,47                         | 9,60            | UK d-d'            | 11                    | 47,17                 | 2,22                         | 6,60            |
| Ant.<br>Index I    | 39                    | 105,85                | 10,85                        | 46,10           | Ant.<br>Index I    | 26                    | 104,97                | 6,98                         | 28,30           |
| Post.<br>Index II  | 38                    | 108,92                | 9,69                         | 38,20           | Post.<br>Index II  | 24                    | 107,74                | 9,30                         | 37,30           |
| Post.<br>Index III | 12                    | 107,21                | 8,80                         | 30,20           | Post.<br>Index III | 9                     | 103,31                | 5,17                         | 17,50           |

|   |           |   |   |   |           |   |   |
|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|
| n | $\bar{x}$ | s | r | n | $\bar{x}$ | s | r |
|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|

Tab. IV: Mittelwerte, Standardabweichungen und Spannweiten aller gemessenen Variablen der Behandlungsgruppe (Quad-helix und Dehnplatte) am Ende der Behandlung

| a) Quad-helix   |                 |                        |                    |            | b) Dehnplatte   |                 |                        |                    |            |
|-----------------|-----------------|------------------------|--------------------|------------|-----------------|-----------------|------------------------|--------------------|------------|
| Variable        | Anzahl der Pat. | Mittelwert $\bar{Q}_E$ | Standardabweichung | Spannweite | Variable        | Anzahl der Pat. | Mittelwert $\bar{D}_E$ | Standardabweichung | Spannweite |
| OK A-A'         | 39              | 33,53                  | 3,46               | 17,40      | OK A-A'         | 26              | 29,83                  | 3,03               | 14,20      |
| OK B-B'         | 39              | 36,62                  | 3,10               | 14,00      | OK B-B'         | 26              | 33,70                  | 2,70               | 9,40       |
| OK C-C'         | 38              | 41,47                  | 3,53               | 15,70      | OK C-C'         | 23              | 39,51                  | 3,33               | 12,40      |
| OK D-D'         | 16              | 47,56                  | 3,93               | 13,80      | OK D-D'         | 13              | 47,01                  | 2,89               | 10,20      |
| T-T'            | 39              | 41,93                  | 5,13               | 24,80      | T-T'            | 26              | 41,22                  | 4,51               | 17,50      |
| UK a-a'         | 39              | 24,86                  | 2,00               | 8,10       | UK a-a'         | 26              | 25,50                  | 1,70               | 6,20       |
| UK b-b'         | 39              | 33,11                  | 2,41               | 10,90      | UK b-b'         | 26              | 33,66                  | 1,64               | 7,00       |
| UK c-c'         | 38              | 40,92                  | 3,12               | 18,40      | UK c-c'         | 23              | 41,40                  | 2,11               | 8,10       |
| UK d-d'         | 19              | 47,57                  | 3,10               | 11,40      | UK d-d'         | 14              | 48,55                  | 1,81               | 6,90       |
| Ant. Index I    | 39              | 90,71                  | 6,22               | 26,70      | Ant. Index I    | 26              | 100,28                 | 6,77               | 24,30      |
| Post. Index II  | 37              | 99,19                  | 6,29               | 27,30      | Post. Index II  | 21              | 105,38                 | 6,87               | 27,50      |
| Post. Index III | 16              | 101,45                 | 7,97               | 32,00      | Post. Index III | 13              | 103,32                 | 4,15               | 14,30      |
| n               |                 |                        |                    |            | n               |                 |                        |                    |            |
| $\bar{x}$       |                 |                        |                    |            | $\bar{x}$       |                 |                        |                    |            |
| s               |                 |                        |                    |            | s               |                 |                        |                    |            |
| r               |                 |                        |                    |            | r               |                 |                        |                    |            |

Tab. V: Unterschiede der Anfangs- resp. Endbefunde zwischen Dehnplatten- und Quad-helix-Gruppe (Mittelwerte)

| Variable           | a) Anfangswerte D gegen Q      |                                |           |                  | b) Endwerte D gegen Q      |                            |           |                  |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|------------------|
|                    | Anfangswerte<br>D <sub>A</sub> | Anfangswerte<br>Q <sub>A</sub> | Differenz | Signi-<br>fikanz | Endwerte<br>D <sub>E</sub> | Endwerte<br>Q <sub>E</sub> | Differenz | Signi-<br>fikanz |
| OK A-A'            | 27,28                          | 25,77                          | -1,51     |                  | 29,83                      | 33,53                      | 3,70      | ***              |
| OK B-B'            | 31,62                          | 30,95                          | -0,67     |                  | 33,70                      | 36,62                      | 2,92      | ***              |
| OK C-C'            | 38,12                          | 36,98                          | -1,14     |                  | 39,51                      | 41,47                      | 1,96      | *                |
| OK D-D'            | 45,50                          | 43,91                          | -1,59     |                  | 47,01                      | 47,56                      | 0,55      |                  |
| T-T'               | 39,58                          | 39,78                          | 0,12      |                  | 41,22                      | 41,93                      | 0,71      |                  |
| UK a-a'            | 24,47                          | 24,21                          | -0,26     |                  | 25,50                      | 24,86                      | -0,64     |                  |
| UK b-b'            | 33,00                          | 32,45                          | -0,55     |                  | 33,66                      | 33,11                      | -0,55     |                  |
| UK c-c'            | 40,64                          | 39,97                          | -0,67     |                  | 41,40                      | 40,92                      | -0,48     |                  |
| UK d-d'            | 47,17                          | 46,88                          | -0,29     |                  | 48,55                      | 47,57                      | -0,98     |                  |
| Ant.<br>Index I    | 104,97                         | 105,85                         | 0,88      |                  | 100,28                     | 90,71                      | -9,57     | ***              |
| Post.<br>Index II  | 107,74                         | 108,92                         | 1,18      |                  | 105,38                     | 99,19                      | -6,57     | ***              |
| Post.<br>Index III | 103,31                         | 107,21                         | 3,90      |                  | 103,32                     | 101,45                     | -1,87     |                  |

Anmerkung: \* nicht signifikant  
 \*\* signifikant auf 5 % Niveau  
 \*\*\* signifikant auf 1 % Niveau  
 \*\*\*\* signifikant auf 0,1 % Niveau

Tab. VI: Mittelwerte der Differenzen von Anfangs- zu Endbefunden in der Quad-helix-Gruppe und in der Dehnplatten-Gruppe

| Variable        | a) Differenzen Quad-helix |                |           |             | b) Differenzen Dehnplatten |                |           |             |
|-----------------|---------------------------|----------------|-----------|-------------|----------------------------|----------------|-----------|-------------|
|                 | $\bar{x}_{QA}$            | $\bar{x}_{QE}$ | Differenz | Signifikanz | $\bar{x}_{DA}$             | $\bar{x}_{DE}$ | Differenz | Signifikanz |
| OK A-A'         | 25,77                     | 33,53          | 7,76      | ***         | 27,28                      | 29,83          | 2,55      | *           |
| OK B-B'         | 30,95                     | 36,62          | 5,67      | ***         | 31,62                      | 33,70          | 2,08      | *           |
| OK C-C'         | 36,98                     | 41,47          | 4,49      | ***         | 38,12                      | 39,51          | 1,39      |             |
| OK D-D'         | 43,91                     | 47,56          | 3,65      | *           | 45,50                      | 47,01          | 1,51      |             |
| T-T'            | 39,70                     | 41,93          | 2,23      | *           | 39,58                      | 41,22          | 1,64      |             |
| UK a-a'         | 24,21                     | 24,86          | 0,65      |             | 24,47                      | 25,50          | 1,03      | *           |
| UK b-b'         | 32,45                     | 33,11          | 0,66      |             | 33,00                      | 33,66          | 0,66      |             |
| UK c-c'         | 39,97                     | 40,92          | 0,95      |             | 40,64                      | 41,40          | 0,76      |             |
| UK d-d'         | 46,88                     | 47,57          | 0,69      |             | 47,17                      | 48,55          | 1,38      |             |
| Ant. Index I    | 105,85                    | 90,71          | -15,14    | ***         | 104,97                     | 100,28         | -4,69     | *           |
| Post. Index II  | 108,92                    | 99,19          | - 9,73    | ***         | 107,74                     | 105,38         | -2,36     |             |
| Post. Index III | 107,21                    | 101,45         | - 5,76    |             | 103,31                     | 103,32         | 0,01      |             |

Anmerkung: \* nicht signifikant  
 \* signifikant auf 5 % Niveau 0,05 => p > 0,05  
 \*\* signifikant auf 1 % Niveau 0,01 => p > 0,01  
 \*\*\* signifikant auf 0,1% Niveau p <= 0,001

Tab. VII: Differenz von Anfangs- zu Endwerten in der Quad-helix-Gruppe  
gegenübergestellt zu den Differenzen Anfangs- zu Endwerten in der Dehnplatten-Gruppe<sup>1)</sup>

|                 | $Q_{\text{Diff}}(A-E)$ | $D_{\text{Diff}}(A-E)$ | Differenz | Signifikanz |
|-----------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------|
| OK A - A'       | 7,75                   | 2,55                   | -5,20     | ***         |
| OK B - B'       | 5,67                   | 2,09                   | -3,59     | ***         |
| OK C - C'       | 4,36                   | 1,75                   | -2,61     | ***         |
| OK D - D'       | 3,43                   | 1,69                   | -1,74     | *           |
| T - T'          | 2,23                   | 1,65                   | -0,58     |             |
| UK a - a'       | 0,65                   | 1,03                   | 0,37      |             |
| UK b - b'       | 0,66                   | 0,66                   | 0,00      |             |
| UK c - c'       | 0,94                   | 0,69                   | -0,25     |             |
| UK d - d'       | 1,02                   | 1,53                   | 0,51      |             |
| Ant. Index I    | -15,13                 | -4,69                  | 10,44     | ***         |
| Post. Index II  | - 9,62                 | -3,63                  | 5,99      | **          |
| Post. Index III | - 5,77                 | -0,20                  | 5,57      | **          |

Anmerkung: \* nicht signifikant  
 \*\* signifikant auf 5 % Niveau  
 \*\*\* signifikant auf 1 % Niveau  
 p > 0,05  
 p > 0,01  
 p > 0,001  
 p < 0,001

1) Die Werte der Tabellen VI und VII sind verschieden, da die Stichproben-  
umfänge bei beiden Tabellen verschieden sind

Tab. VIII: Mittelwerte der Anfangs- und Endbefunde bei allen Variablen sowie ihre Differenzen in der Quad-helix-Gruppe bei Patienten mit unilateralen und mit bilateralen Spalten

| Variable        | a) unilateral Quad-helix   |                            |           |             | b) bilateral Quad-helix   |                           |           |             |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------|-------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-------------|
|                 | Uni-lateral $\bar{x}_{QA}$ | Uni-lateral $\bar{x}_{QE}$ | Differenz | Signifikanz | Bi-lateral $\bar{x}_{QA}$ | Bi-lateral $\bar{x}_{QE}$ | Differenz | Signifikanz |
| OK A-A'         | 26,68                      | 33,62                      | 6,94      | ***         | 23,96                     | 33,34                     | 9,38      | ***         |
| OK B-B'         | 31,82                      | 36,82                      | 5,00      | ***         | 29,21                     | 36,23                     | 7,02      | ***         |
| OK C-C'         | 37,71                      | 42,03                      | 4,32      | ***         | 35,54                     | 40,27                     | 4,73      | **          |
| OK D-D'         | 44,76                      | 48,59                      | 3,83      | *           | 42,72                     | 46,53                     | 3,81      |             |
| T-T'            | 39,48                      | 41,77                      | 2,29      |             | 40,15                     | 42,25                     | 2,11      |             |
| UK a-a'         | 24,12                      | 24,74                      | 0,62      |             | 24,38                     | 25,11                     | 0,73      |             |
| UK b-b'         | 32,66                      | 33,40                      | 0,74      |             | 32,05                     | 32,54                     | 0,49      |             |
| UK c-c'         | 40,26                      | 41,25                      | 0,99      |             | 39,42                     | 40,27                     | 0,85      |             |
| UK d-d'         | 47,94                      | 48,99                      | 1,05      |             | 45,38                     | 45,99                     | 0,61      |             |
| Ant. Index I    | 103,38                     | 91,11                      | -12,27    | ***         | 110,78                    | 89,92                     | -20,87    | ***         |
| Post. Index II  | 107,34                     | 98,46                      | - 8,88    | ***         | 111,97                    | 100,71                    | -11,26    | ***         |
| Post. Index III | 107,50                     | 102,08                     | - 5,42    |             | 106,80                    | 100,83                    | - 5,97    |             |
| Anmerkung:      | nicht signifikant          |                            |           |             | p > 0,05                  |                           |           |             |
| *               | signifikant auf 5 % Niveau |                            |           |             | p > 0,01                  |                           |           |             |
| **              | signifikant auf 1 % Niveau |                            |           |             | p > 0,001                 |                           |           |             |

Tab. IX: Mittelwerte der Anfangs- und Endbefunde bei allen Variablen sowie ihre Differenzen in der Dehnplatten-Gruppe bei Patienten mit unilateraler Spalte:

| Variable           | Werte von Tabelle VIII:<br>unilateral Quad-helix |                                   |           |                  | Werte Tabelle IX:<br>unilateral Dehnplatte |                                   |           |                  |
|--------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|
|                    | Uni-<br>lateral<br>$\bar{x}_{QA}$                | Uni-<br>lateral<br>$\bar{x}_{QE}$ | Differenz | Signi-<br>fikanz | Uni-<br>lateral<br>$\bar{x}_{DA}$          | Uni-<br>lateral<br>$\bar{x}_{DE}$ | Differenz | Signi-<br>fikanz |
| OK A-A'            | 26,68                                            | 33,62                             | 6,94      | ***              | 28,01                                      | 30,16                             | 2,15      | *                |
| OK B-B'            | 31,82                                            | 36,82                             | 5,00      | ***              | 31,48                                      | 33,64                             | 2,16      | *                |
| OK C-C'            | 37,71                                            | 42,03                             | 4,32      | ***              | 37,76                                      | 39,12                             | 1,36      |                  |
| OK D-D'            | 44,76                                            | 48,59                             | 3,83      | *                | 45,15                                      | 46,91                             | 1,76      |                  |
| T-T'               | 39,48                                            | 41,77                             | 2,29      |                  | 39,47                                      | 41,19                             | 1,72      |                  |
| UK a-a'            | 24,12                                            | 24,74                             | 0,62      |                  | 24,42                                      | 25,44                             | 1,03      |                  |
| UK b-b'            | 32,66                                            | 33,40                             | 0,74      |                  | 32,78                                      | 33,53                             | 0,75      |                  |
| UK c-c'            | 40,26                                            | 41,25                             | 0,99      |                  | 40,26                                      | 41,18                             | 0,92      |                  |
| UK d-d'            | 47,94                                            | 48,99                             | 1,05      |                  | 46,93                                      | 48,48                             | 1,55      |                  |
| Ant.<br>Index I    | 103,38                                           | 91,11                             | -12,27    | ***              | 104,79                                     | 100,02                            | -4,77     | *                |
| Post.<br>Index II  | 107,34                                           | 98,46                             | - 8,88    | ***              | 107,99                                     | 106,00                            | -1,99     |                  |
| Post.<br>Index III | 107,50                                           | 102,08                            | - 5,42    |                  | 103,39                                     | 103,54                            | 0,15      |                  |

Anmerkung: \* nicht signifikant  
 \*\* signifikant auf 5 % Niveau  
 \*\*\* signifikant auf 1 % Niveau  
 p > 0,05  
 p > 0,01  
 p > 0,001  
 p < 0,001

Tab. X: Differenzen von Quad-helix-Gruppe mit Dehnplatten-Gruppe bei Patienten mit unilateraler Spalte

|                 | $Q_{\text{Diff(A-E)}}$ | $D_{\text{Diff(A-E)}}$ | Differenz | Signifikanz |
|-----------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------|
| OK A - A'       | 6,94                   | 2,15                   | -4,79     | ***         |
| OK B - B'       | 5,00                   | 2,16                   | -2,84     | ***         |
| OK C - C'       | 4,32                   | 1,88                   | -2,45     | **          |
| OK D - D'       | 3,11                   | 1,91                   | -1,20     |             |
| T - T'          | 2,29                   | 1,72                   | -0,57     |             |
| UK a - a'       | 0,62                   | 1,03                   | 0,41      |             |
| UK b - b'       | 0,74                   | 0,75                   | 0,01      |             |
| UK c - c'       | 0,99                   | 0,86                   | -0,12     |             |
| UK d - d'       | 1,09                   | 1,79                   | 0,70      |             |
| Ant. Index I    | -12,27                 | -4,77                  | 7,50      | **          |
| Post. Index II  | - 8,88                 | -3,83                  | 5,06      |             |
| Post. Index III | - 5,00                 | 0,04                   | 5,04      |             |

Anmerkung: nicht signifikant p > 0,05  
 \* signifikant auf 5 % Niveau 0,05 => p > 0,01  
 \*\* signifikant auf 1 % Niveau 0,01 => p > 0,001  
 \*\*\* signifikant auf 0,1 % Niveau p < 0,001

Tab. XI:

Mittelwerte der Anfangsbefunde in der Quad-helix-Gruppe und in der Dehnplatten-Gruppe in Gegenüberstellung zu den Mittelwerten bei Nichtspaltträgern sowie ihre Differenzen

| Variable           | a) Quad-helix gegen Vergleichsgruppe |                                   |           |                  | b) Dehnplatte gegen Vergleichsgruppe |                                   |           |                  |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|
|                    | Anfangs-<br>werte<br>Q               | Vergleichs-<br>gruppe<br>5-jährig | Differenz | Signi-<br>fikanz | Anfangs-<br>werte<br>D               | Vergleichs-<br>gruppe<br>5-jährig | Differenz | Signi-<br>fikanz |
| OK A-A'            | 25,77                                | 29,27                             | 3,50      | ***              | 27,28                                | 29,27                             | 1,99      | *                |
| OK B-B'            | 30,95                                | 32,65                             | 1,70      | *                | 31,62                                | 32,65                             | 1,03      |                  |
| OK C-C'            | 36,98                                | 37,83                             | 0,85      |                  | 38,12                                | 37,83                             | -0,29     |                  |
| OK D-D'            | 43,91                                | -                                 | -         |                  | 45,50                                | -                                 | -         |                  |
| T-T'               | 39,70                                | 38,23                             | -1,47     |                  | 39,58                                | 38,23                             | -1,35     |                  |
| UK a-a'            | 24,21                                | 23,72                             | -0,49     |                  | 24,47                                | 23,72                             | -0,75     |                  |
| UK b-b'            | 32,45                                | 31,28                             | -1,17     |                  | 33,00                                | 31,28                             | -1,72     | *                |
| UK c-c'            | 39,97                                | 38,37                             | -1,61     | *                | 40,64                                | 38,37                             | -2,28     | **               |
| UK d-d'            | 46,88                                | -                                 | -         |                  | 47,17                                | -                                 | -         |                  |
| Ant.<br>Index I    | 105,85                               | 95,95                             | -9,90     | ***              | 104,97                               | 95,95                             | -9,02     | ***              |
| Post.<br>Index II  | 108,92                               | 101,52                            | -7,40     | ***              | 107,74                               | 101,52                            | -6,22     | **               |
| Post.<br>Index III | 107,21                               | -                                 | -         |                  | 103,31                               | -                                 | -         |                  |

Anmerkung:

\* nicht signifikant

\* signifikant auf 5 % Niveau

\*\* signifikant auf 1 % Niveau

\*\*\* signifikant auf 0,1 % Niveau

p &gt; 0,05

p &gt; 0,01

p &gt; 0,001

p &lt; 0,001

Tab. XII: Mittelwerte der Endwerte in der Quad-helix-Gruppe und in der Dehnplatten-Gruppe in Gegenüberstellung zu den Mittelwerten bei Nichtspaltträgern sowie ihre Differenzen

| Variable           | a) Quad-helix gegen Vergleichsgruppe |                                   |           |                  | b) Dehnplatte gegen Vergleichsgruppe |                                   |           |                  |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|
|                    | Endwerte<br>Q                        | Vergleichs-<br>gruppe<br>5-jährig | Differenz | Signi-<br>fikanz | Endwerte<br>D                        | Vergleichs-<br>gruppe<br>5-jährig | Differenz | Signi-<br>fikanz |
| OK A-A'            | 33,53                                | 29,27                             | -4,27     | ***              | 29,83                                | 29,27                             | -0,57     |                  |
| OK B-B'            | 36,62                                | 32,65                             | -3,97     | ***              | 33,70                                | 32,65                             | -1,05     |                  |
| OK C-C'            | 41,47                                | 37,83                             | -3,64     | ***              | 39,51                                | 37,83                             | -1,68     |                  |
| OK D-D'            | 47,56                                | -                                 | -         |                  | 47,01                                | -                                 | -         |                  |
| T-T'               | 41,93                                | 38,23                             | -3,70     | **               | 41,22                                | 38,23                             | -2,99     | **               |
| UK a-a'            | 24,86                                | 23,72                             | -1,14     | *                | 25,50                                | 23,72                             | -1,78     | **               |
| UK b-b'            | 33,11                                | 31,28                             | -1,83     | **               | 33,66                                | 31,28                             | -2,38     | ***              |
| UK c-c'            | 40,92                                | 38,37                             | -2,56     | **               | 41,40                                | 38,37                             | -3,04     | ***              |
| UK d-d'            | 47,57                                | -                                 |           |                  | 48,55                                | -                                 | -         |                  |
| Ant.<br>Index I    | 90,71                                | 95,95                             | 5,24      | **               | 100,28                               | 95,95                             | -4,33     | *                |
| Post.<br>Index II  | 99,19                                | 101,52                            | 2,33      |                  | 105,38                               | 101,52                            | -3,86     | *                |
| Post.<br>Index III | 101,45                               | -                                 | -         |                  | 103,32                               | -                                 | -         |                  |

Anmerkung:  
 \* nicht signifikant  
 \*\* signifikant auf 5 % Niveau  
 \*\*\* signifikant auf 1 % Niveau  
 \*\*\* signifikant auf 0,1 % Niveau  
 p > 0,05  
 p > 0,01  
 p > 0,001  
 p < 0,001

Tab. XIII: Mittelwerte der Anfangsbefunde aller Spaltpatienten (Quad-helix- und Dehnplattengruppe gemeinsam) in Gegenüberstellung zu den Werten der Vergleichsgruppe beim Anfangs- und Endbefund sowie ihre Differenzen

| Variable           | a) Anfangswerte aller Patienten<br>gegen Vergleichsgruppe |                                 |           |                  | b) Endwerte aller Patienten<br>gegen Vergleichsgruppe |                                 |           |                  |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|------------------|
|                    | Vergleichs-<br>gruppe<br>5-jährig                         | alle Pat.<br>Q + D <sub>A</sub> | Differenz | Signi-<br>fikanz | Vergleichs-<br>gruppe<br>5-jährig                     | alle Pat.<br>Q + D <sub>E</sub> | Differenz | Signi-<br>fikanz |
| OK A-A'            | 29,27                                                     | 26,38                           | -2,89     | ***              | 29,27                                                 | 32,05                           | 2,78      | ***              |
| OK B-B'            | 32,65                                                     | 31,22                           | -1,44     |                  | 32,65                                                 | 35,46                           | 2,80      | ***              |
| OK C-C'            | 37,83                                                     | 37,42                           | -0,41     |                  | 37,83                                                 | 40,73                           | 2,91      | ***              |
| OK D-D'            | -                                                         | 44,59                           | -         |                  | -                                                     | 47,31                           | -         |                  |
| T-T'               | 38,23                                                     | 39,65                           | 1,42      |                  | 38,23                                                 | 41,65                           | 3,42      | **               |
| UK a-a'            | 23,72                                                     | 24,31                           | 0,60      |                  | 23,72                                                 | 25,12                           | 1,40      | **               |
| UK b-b'            | 31,28                                                     | 32,67                           | 1,39      | *                | 31,28                                                 | 33,33                           | 2,05      | ***              |
| UK c-c'            | 38,37                                                     | 40,24                           | 1,87      | **               | 38,37                                                 | 41,10                           | 2,74      | ***              |
| UK d-d'            | -                                                         | 47,02                           | -         |                  | -                                                     | 47,99                           | -         |                  |
| Ant.<br>Index I    | 95,95                                                     | 105,50                          | 9,55      | ***              | 95,95                                                 | 94,54                           | -1,40     |                  |
| Post.<br>Index II  | 101,52                                                    | 108,47                          | 6,95      | ***              | 101,52                                                | 101,43                          | -0,09     |                  |
| Post.<br>Index III | -                                                         | 105,54                          | -         |                  | -                                                     | 102,29                          | -         |                  |

Anmerkung:

\* nicht signifikant

\*\* signifikant auf 5 % Niveau

\*\*\* signifikant auf 1 % Niveau

\*\*\* signifikant auf 0,1 % Niveau

p > 0,05

p > 0,01

p > 0,001

p < 0,001

Abb. XIIa: Patientenbeispiel der Dehnplatten-Gruppe (H.M., geb. 02.12.78, unilat. LKG voroperiert)  
 Anfangsbefund vom 12.08.83, OK und UK Aufsicht sowie in Okklusion.  
 Es fällt ein asymmetrischer OK-Bogenverlauf auf mit Kreuz- und Kopfbißstellung.

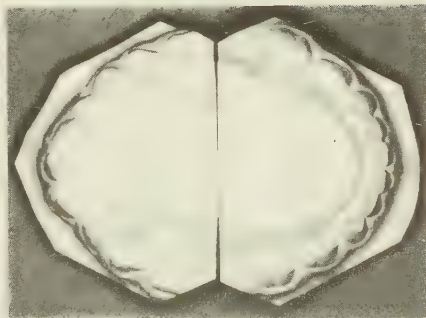


Abb. XIb: Patientenbeispiel der Dehnplatten-Gruppe (H.M., geb. 02.12.78, unilat. LKG voroperiert)  
Endbefund vom 07.01.85, OK und UK Aufsicht sowie in Okklusion  
erweiterter oberer Zahnbogen mit Überstellung des Kreuzbisses, Beseitigung des Kopfbisses

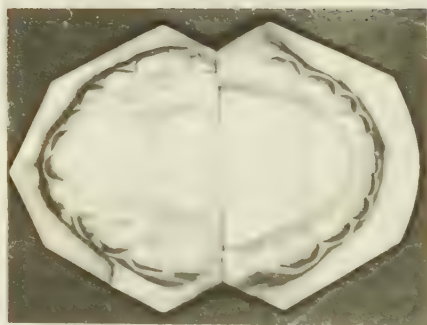


Abb. XIIIa: Patientenbeispiel der Dehnplatten-Gruppe (J.H., geb. 27.04.78 bilat. LKG)  
Anfangsbefund vom 01.06.83, transversale Enge im OK, ant. Kollaps im Spaltbereich  
sowie bilateraler Kreuzbißstellung und frontaler Kreuzbißstellung

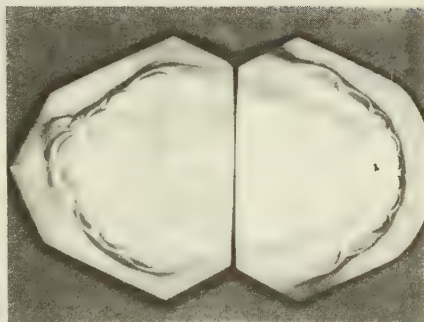


Abb. XIIIb: Patientenbeispiel der Dehnplatten-Gruppe (J.H., geb. 27.04.78 bilat. LKG)  
Endbefund vom 16.10.84, erweiterter oberer Zahnbogen mit Überstellung  
des Kreuzbisses im Eckzahnbereich

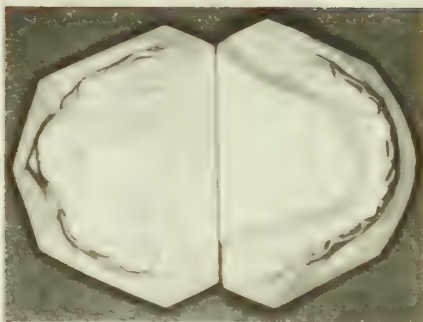


Abb. XIVA: Patientenbeispiel der Quad-helix-Gruppe (C.E., geb. 18.07.77, unilat. LKG links)  
Anfangsbefund vom 05.11.81, asymmetrische obere Zahnbogenform, Kollaps im Spalt-  
bereich, Kreuzbißstellung im rechten Spaltbereich bei 63

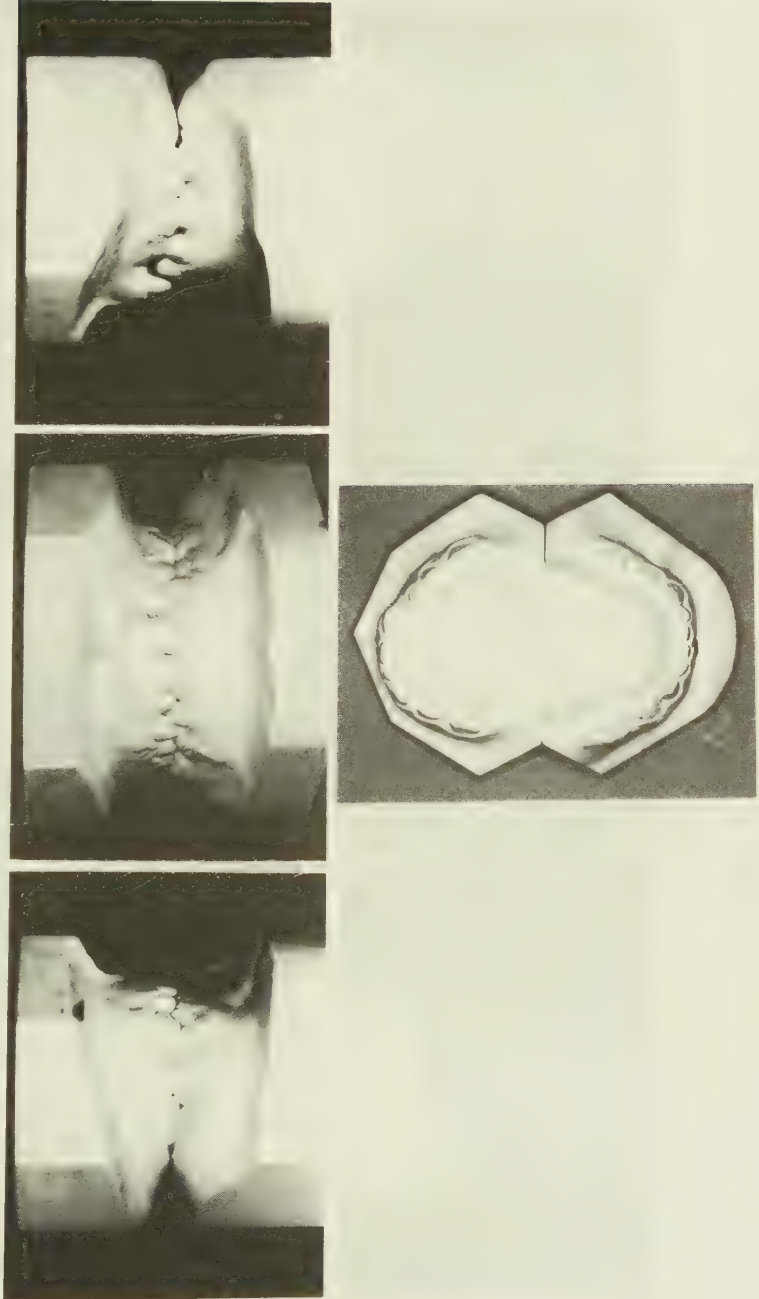


Abb. XIVb: Patientenbeispiel der Quad-helix-Gruppe (C.E., geb. 18.07.77, unilat. LKG links)  
Endbefund vom 12.07.83; transversale Erweiterung, insbesondere des anterioren  
Segmentes mit Überstellung des Kreuzbisses

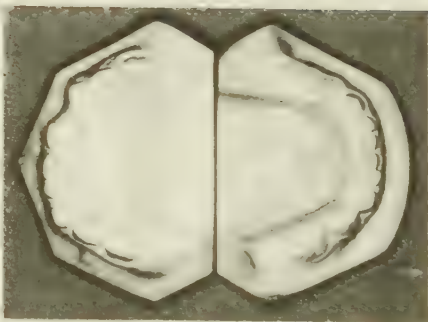


Abb. XVa: Patientenbeispiel der Quad-helix-Gruppe (S.W., geb. 17.12.79, bilaterale LKG)

Anfangsbefund vom 25.09.84, transversale Enge im OK bei asymmetrischer Zahnbogenform, Kollaps im Spaltbereich rechts und links, mit Kreuzbißstellung im linken Eckzahnbereich

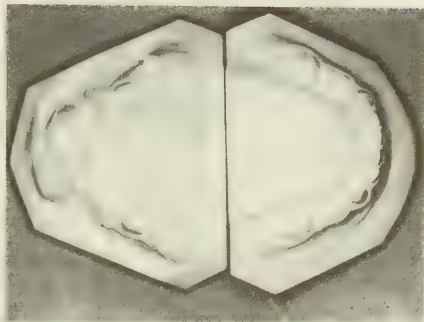


Abb. XVb: Patientenbeispiel der Quad-helix-Gruppe (S.W., geb. 17.12.79, bilaterale LKG)  
Endbefund vom 14.03.85, transversale Erweiterung, insbesondere im OK-Eckzahnbereich  
mit Überstellung des Kreuzbisses

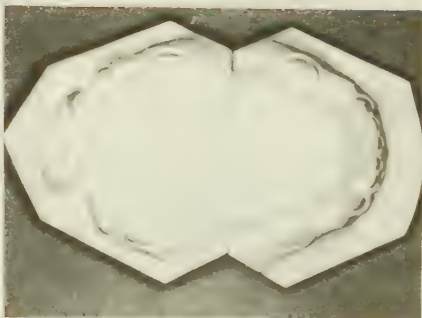


Abb. XVI: Modellbefund eines 5jährigen Nichtspaltträgers mit wohlausgeformtem oberen und unteren Zahnbogen bei sagittaler und transversaler Symmetrie und Harmonie in der Okklusion



## X. DANKSAGUNG

Frau Professor Dr. Ingrid Janson danke ich herzlich für die Überlassung des vorliegenden Dissertationsthemas und ihre unermüdliche, großzügige Unterstützung während der Erstellung der Arbeit. Besonderer Dank gilt auch ihrer Bereitschaft, mir bei Übersetzung und Verständnis der englischen Literatur zu helfen.

Auch den Mitarbeiterinnen der Praxis Dres. Janson, Fräulein Doris Klene und Frau Lydia Mayer, danke ich für Ihre Hilfestellung bei der Zusammenstellung der Patientenlisten, Bestellung der Patienten und Aufstellung der Dokumentationsunterlagen sowie für die anfallenden Schreibarbeiten.

Mein Dank gilt auch Herrn Professor Dr.Dr. D. Schlegel für die Bereitschaft der Übernahme des Korreferates.

Herrn Professor Dr. E. Unsin, Dipl.-Math., danke ich für die Beratung und statistische Auswertung des vorliegenden Untersuchungsmaterials.

Lebenslauf

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name:                            | Khuan Fatt (Peter) LOH                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| geboren am:                      | 15. Mai 1952                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| geboren in:                      | Ipoh, Perak, Malaysia                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Staatsangehörigkeit:             | Malayisch                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Familienstand:                   | verheiratet, eine Tochter                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Name des Vaters:                 | Ming Thye Loh                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Beruf des Vaters:                | Bergmann                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Name der Mutter:                 | Ah Loy Wong                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Beruf der Mutter:                | Hausfrau                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1959 - 1964:                     | Besuch der Grundschule<br>Tat Choi, Ipoh, Perak, Malaysia                                                                                                                                                                                                                               |
| 1965 - 1969:                     | Besuch des Gymnasiums Seri Kepayang,<br>Ipoh, Perak, mit LCE (Lower Certificate<br>of Education) "A" Abschlußprüfung                                                                                                                                                                    |
| 1970 - 1971:                     | Besuch der Anderson Schule, Ipoh, mit GCE<br>(General Certificate of Education,<br>University of Cambridge, Local Examina-<br>tions Syndicate in Collaboration with the<br>Ministry of Education in Malaysia)<br>"O" level Abschlußprüfung.<br>Stipendiat für 2 Jahre an dieser Schule. |
| 1974 - 1975:                     | Besuch des South China Union College,<br>Hong Kong                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1975 - 1977:                     | Besuch der Schule Medical Technology,<br>Bangkok, Thailand<br>Adventist Hospital, Bangkok, Thailand                                                                                                                                                                                     |
| 1977 - 1982:                     | Besuch der Universität Centro Escolar,<br>Manila, Philippinen mit Abschlußprüfung                                                                                                                                                                                                       |
| 1982:                            | Besuch der Graduate Schule, Universität<br>Santo Tomas: Master of Science in Medical<br>Technology (major), Master of Science<br>in Biology (minor)                                                                                                                                     |
| 1983 - 1985:                     | Stipendiat der Hanns-Seidel-Stiftung München                                                                                                                                                                                                                                            |
| August 1983 -<br>September 1985: | Famulus in der kieferorthopädischen<br>Fachpraxis und Weiterbildungsstätte von<br>Frau Prof. Dr. Ingrid Janson, München                                                                                                                                                                 |





